

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS
AUGMENTED REALITY MATERI BENTUK MOLEKUL
KELAS XI DI MADRASAH ALIYAH NEGERI**

Nazario Candra Nugroho¹, Sony Zulfikasari²

Universitas Negeri Semarang^{1,2}

e-mail: nazariocean@students.unnes.ac.id¹, zulfike@mail.unnes.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan siswa dalam memahami materi bentuk molekul yang bersifat abstrak dan tiga dimensi, diperparah oleh keterbatasan media pembelajaran konvensional seperti molymod dan PowerPoint di MAN 3 Kebumen. Adanya kesenjangan antara kebutuhan visualisasi yang tinggi dengan sarana yang tersedia mendorong perlunya inovasi teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan dan pengujian kelayakan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* (AR) sebagai solusi untuk memvisualisasikan bentuk molekul. Penelitian ini menggunakan metode Riset dan Pengembangan (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Development, Disseminate*). Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan media menggunakan Unity dan Vuforia, pengembangan produk, serta validasi oleh ahli dan uji coba terbatas pada guru dan siswa. Temuan utama menunjukkan bahwa media pembelajaran AR ini dinyatakan sangat valid oleh ahli materi (91%) dan ahli media (96,5%). Selain itu, media ini juga dinilai sangat layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan hasil respons guru dan siswa pada uji coba terbatas, dengan skor kelayakan mencapai 95,58%. Disimpulkan bahwa media pembelajaran AR yang dikembangkan merupakan solusi yang valid dan praktis untuk mengatasi kendala visualisasi dalam pembelajaran bentuk molekul, serta layak untuk disebarluaskan.

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

ABSTRACT

This research is motivated by students' difficulties in understanding the abstract and three-dimensional nature of molecular shapes, exacerbated by the limitations of conventional learning media such as molymod and PowerPoint at MAN 3 Kebumen. The gap between the high visualization needs and the available facilities encourages the need for technological innovation. Therefore, this research focuses on the development and feasibility testing of interactive learning media based on Augmented Reality (AR) as a solution for visualizing molecular shapes. This research uses the Research and Development (R&D) method with the 4D model (Define, Design, Development, Disseminate). The research stages include needs analysis, media design using Unity and Vuforia, product development, as well as validation by experts and limited trials on teachers and students. The main findings show that this AR learning media is declared very valid by material experts (91%) and media experts (96.5%). In addition, this media is also considered very suitable for use in learning based on the results of teacher and student responses in limited trials, with a feasibility score reaching 95.58%. It is concluded that the AR learning media developed is a valid and practical solution to overcome visualization constraints in learning molecular shapes, and is worthy of being disseminated.

Keywords: *Learning Media, Augmented Reality, Molecular Shapes*

PENDAHULUAN

Memasuki era digital abad ke-21, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi berlangsung dengan kecepatan eksponensial dan telah merambah ke berbagai sektor fundamental, tidak terkecuali dunia pendidikan. Sektor pendidikan dituntut untuk bersikap adaptif dan proaktif dalam mengadopsi berbagai inovasi positif guna meningkatkan relevansi dan kualitas pembelajaran. Transformasi ini tidak hanya terbatas pada pembaruan kurikulum atau perbaikan infrastruktur fisik, tetapi juga mencakup integrasi teknologi informasi sebagai alat bantu pedagogis yang efektif. Salah satu wujud inovasi yang paling menonjol adalah pengembangan media pembelajaran interaktif yang memanfaatkan kecanggihan teknologi digital. Dalam konteks ini, peran pendidik menjadi sangat krusial. Seorang guru harus memiliki kreativitas dan kemampuan berinovasi dalam merancang serta menyampaikan materi ajar, terutama dalam memanfaatkan teknologi untuk menciptakan suasana belajar yang menarik dan partisipatif. Tujuannya adalah untuk membangkitkan dan mempertahankan minat belajar peserta didik, yang merupakan kunci utama keberhasilan proses pendidikan di tengah tantangan zaman (Pebrianti, 2019).

Dalam disiplin ilmu eksakta seperti kimia, peran media pembelajaran menjadi lebih vital karena karakteristik materinya yang sering kali bersifat abstrak, konseptual, dan kompleks (Priliyanti et al., 2021). Banyak konsep kimia, seperti struktur atom, ikatan kimia, dan geometri molekul, berada pada level mikroskopis yang tidak dapat diamati secara langsung dengan indra manusia. Akibatnya, peserta didik kerap menghadapi kesulitan kognitif yang signifikan dalam memahami konsep-konsep tersebut (Kadek et al., 2020). Salah satu materi yang secara konsisten dilaporkan sulit bagi siswa adalah bentuk molekul, yang pemahamannya sangat bergantung pada kemampuan visualisasi spasial dan pemodelan tiga dimensi. Kegagalan dalam memahami topik ini sering kali disebabkan oleh kesulitan siswa dalam membangun representasi mental yang akurat dari struktur molekul hanya melalui gambar dua dimensi atau penjelasan verbal (Anshori et al., 2021). Oleh karena itu, kehadiran media pembelajaran yang interaktif, visual, dan mudah dipahami bukan lagi menjadi pilihan, melainkan sebuah kebutuhan mendesak untuk menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dan pemahaman konkret siswa.

Kesenjangan antara kebutuhan ideal akan media pembelajaran yang canggih dan kondisi senyatanya di lapangan menjadi sebuah tantangan nyata. Berdasarkan hasil wawancara pendahuluan yang dilakukan dengan guru kimia dan peserta didik di MAN 3 Kebumen, teridentifikasi sejumlah kendala signifikan yang menghambat proses pembelajaran, khususnya pada materi bentuk molekul. Keterbatasan sarana fisik seperti set *molymod* (alat peraga molekul) menjadi masalah utama; sekolah hanya memiliki satu set yang harus digunakan secara bergantian oleh seluruh siswa dalam satu kelas. Kondisi ini menyebabkan alokasi waktu pembelajaran menjadi sangat tidak efektif dan membatasi kesempatan siswa untuk melakukan eksplorasi secara mandiri. Selain itu, guru masih sangat bergantung pada media presentasi konvensional seperti PowerPoint. Meskipun bermanfaat, media dua dimensi ini belum mampu menyediakan visualisasi yang memadai untuk memenuhi kebutuhan pemahaman spasial siswa. Upaya mengakses media daring yang lebih interaktif, seperti simulasi PhET *Molecular Shapes*, juga sering terhambat oleh koneksi internet sekolah yang tidak stabil dan lambat.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, teknologi *Augmented Reality* (AR) hadir sebagai sebuah solusi inovatif yang sangat potensial dalam konteks pembelajaran kimia. *Augmented Reality* dapat didefinisikan sebagai teknologi canggih yang mampu mengintegrasikan objek virtual, baik dalam format dua dimensi maupun tiga dimensi, ke dalam lingkungan dunia nyata secara sinkron dan menampilkannya dalam waktu nyata (*real-time*) (Riskiono et al., 2020). Dengan kemampuannya yang unik ini, AR dapat secara efektif

membantu peserta didik dalam memahami materi-materi yang bersifat abstrak. Teknologi ini memungkinkan visualisasi objek kompleks seperti bentuk molekul dengan cara yang jauh lebih intuitif dan interaktif. Lebih penting lagi, aplikasi berbasis AR dapat diakses secara luring (*offline*) setelah diinstal pada gawai, sehingga mampu mengatasi kendala keterbatasan sarana praktik di laboratorium serta ketergantungan pada koneksi internet yang sering kali tidak stabil di banyak sekolah, termasuk di MAN 3 Kebumen.

Manfaat pedagogis dari implementasi *Augmented Reality* dalam pembelajaran telah terbukti secara signifikan. Teknologi ini sangat bermanfaat sebagai media visualisasi yang superior, terutama untuk merepresentasikan objek atau konsep yang jauh lebih mudah dipahami ketika disajikan dalam format tiga dimensi yang interaktif (Rachim et al., 2024). Dengan mengarahkan kamera gawai ke sebuah penanda (*marker*), siswa dapat memunculkan model molekul 3D di atas meja mereka, memutarnya, serta mengamatinya dari berbagai sudut pandang seolah-olah objek tersebut nyata. Pengalaman imersif ini mampu merangsang rasa ingin tahu dan menginspirasi peserta didik untuk mengeksplorasi materi dari perspektif yang berbeda. Lebih dari sekadar visualisasi yang menarik, interaksi langsung dengan objek belajar virtual ini terbukti dapat meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar dan memfasilitasi konstruksi pemahaman konsep yang lebih mendalam dan bertahan lama (Rita & Guspatni, 2024), mengubah pembelajaran dari pasif menjadi aktif dan eksploratif.

Dukungan terhadap penggunaan teknologi *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran yang efektif juga datang dari berbagai penelitian relevan sebelumnya. Sebuah studi menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi AR untuk materi ikatan kimia berhasil menciptakan pengalaman belajar yang jauh lebih menarik dan tidak membosankan bagi siswa berkat visualisasi tiga dimensi yang disajikan (Bahriah et al., 2022). Pengalaman belajar yang menyenangkan ini berkorelasi positif dengan motivasi dan hasil belajar siswa. Sementara itu, penelitian lain yang berfokus pada pengembangan media AR untuk materi instalasi jaringan komputer juga menyimpulkan bahwa media yang dihasilkan dinilai sangat menarik dan mudah untuk dioperasikan oleh peserta didik (Ahmad et al., 2022). Meskipun penelitian tersebut merekomendasikan perlunya pengujian lebih lanjut dalam skala kelas yang lebih besar untuk mengukur efektivitasnya secara kuantitatif, temuan awal ini secara konsisten menunjukkan persepsi positif dari pengguna terhadap media berbasis AR, memperkuat argumen bahwa teknologi ini memiliki potensi besar untuk diadopsi lebih luas.

Meskipun beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan *Augmented Reality* dalam berbagai konteks pembelajaran, terdapat celah penelitian yang perlu diisi. Belum banyak studi yang secara spesifik berfokus pada pengembangan dan validasi media pembelajaran berbasis AR untuk materi bentuk molekul yang kompleks, serta dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan dan mengatasi kendala yang ada di lingkungan madrasah. Oleh karena itu, nilai baru atau inovasi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pengembangan sebuah produk media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* pada materi bentuk molekul yang valid dan layak digunakan. Media ini dirancang agar lebih menarik dan interaktif dibandingkan media yang ada saat ini. Harapannya, produk ini tidak hanya dapat membantu peserta didik memahami struktur tiga dimensi bentuk molekul secara lebih mudah dan optimal, tetapi juga secara praktis mampu menjembatani kesenjangan akibat keterbatasan alat peraga fisik dan akses internet yang menjadi kendala nyata di lokasi penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang menggunakan metode Riset dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk berupa media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* pada materi bentuk molekul. Proses Copyright (c) 2025 SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA

pengembangan produk ini mengadopsi model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, yang meliputi empat tahapan sistematis: *Define*, *Design*, *Development*, dan *Disseminate* (Waruwu, 2024). Tahap pertama adalah *Define* (Pendefinisian), di mana peneliti melakukan analisis kebutuhan awal melalui studi lapangan yang melibatkan wawancara dan observasi terhadap guru dan peserta didik, serta studi pustaka untuk menetapkan dan mendefinisikan masalah pembelajaran (Rahmi & Baharuddin, 2021). Tahap kedua adalah *Design* (Perancangan), di mana peneliti menyusun rancangan awal media berdasarkan temuan pada tahap sebelumnya. Proses ini mencakup penyusunan materi, pemilihan format media, dan perancangan antarmuka pengguna agar menarik dan interaktif (Aziz & Irawan, 2024).

Tahap ketiga adalah *Development* (Pengembangan), yang merupakan inti dari proses penciptaan produk. Pada tahap ini, rancangan media diwujudkan menjadi sebuah aplikasi *Augmented Reality* yang fungsional dan siap diuji. Setelah produk selesai dikembangkan, dilakukan proses validasi untuk menilai kelayakan produk. Validasi ini melibatkan dua orang ahli materi dan dua orang ahli media yang memberikan penilaian menggunakan instrumen berupa lembar angket berbasis skala Likert lima tingkat. Data kuantitatif dari angket tersebut kemudian dianalisis dengan menghitung persentase skor untuk menentukan tingkat validitas media berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Masukan kualitatif dari para ahli digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan produk (Rajagukguk et al., 2021). Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa media yang dihasilkan benar-benar valid dari segi materi dan tampilan sebelum diujicobakan kepada pengguna.

Setelah media divalidasi dan direvisi, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terbatas pada subjek penelitian yang terdiri dari satu orang guru kimia dan 15 peserta didik kelas XI di MAN 3 Kebumen. Uji coba ini bertujuan untuk menilai kelayakan dan kepraktisan media dari sudut pandang pengguna akhir. Data dikumpulkan melalui angket respons yang juga menggunakan skala Likert, di mana guru dan peserta didik memberikan penilaian mereka terhadap kemudahan penggunaan, daya tarik, dan manfaat media dalam pembelajaran (Saputri et al., 2023). Tahap terakhir dari model 4D adalah *Disseminate* (Penyebaran). Pada tahap ini, media pembelajaran yang telah terbukti valid dan layak digunakan kemudian disebarluaskan secara terbatas di lingkungan sekolah penelitian, yaitu MAN 3 Kebumen, untuk dimanfaatkan oleh guru dan siswa sebagai sumber belajar mandiri maupun sebagai alat bantu dalam kegiatan belajar mengajar di kelas (Pratama et al., 2022).

Data hasil analisis data menggunakan rumus di atas, kriteria persentase validitas untuk setiap lembar pengujian adalah sebagaimana tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Hasil Validitas

Percentase Validitas	Kategori	Tingkat Validitas
81% – 100%	Sangat Valid	Sangat valid dan layak digunakan tanpa perbaikan
61% – 80%	Valid	Valid dan layak digunakan dengan perbaikan kecil
41% – 60%	Tidak Valid	Tidak valid dan perlu perbaikan besar, tidak layak digunakan
21% – 40%	Kurang Valid	Tidak valid dan tidak layak digunakan
0% – 20%	Sangat Tidak Valid	Sangat tidak valid dan tidak layak digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengembangan media pembelajaran interaktif menggunakan model 4D dari Thiagarajan yang mencakup empat tahap yakni *Define*, *Design*, *Development*, dan *Disseminate*. Berikut adalah penjabaran dari pengembangan 4-D untuk penelitian pengembangan media pembelajaran interaktif.

1. Tahap Pendefinisan (*Define*)

Tahap ini menjadi dasar penting dalam menentukan arah dan isi media pembelajaran yang akan dikembangkan. Kegiatan yang dilakukan meliputi studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan melalui wawancara dan observasi dengan guru dan peserta didik untuk mengetahui kondisi lingkungan belajar dan kebutuhan peserta didik. Studi pustaka dilakukan untuk menyusun materi, soal evaluasi, dan rumusan tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru dan peserta didik di MAN 3 Kebumen, terungkap bahwa pembelajaran pada materi bentuk molekul masih menghadapi sejumlah hambatan. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan alat peraga fisik, sekolah hanya memiliki set molymod terbatas yang digunakan secara bergantian saat pembelajaran berlangsung. Kondisi ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi kurang efektif karena peserta didik tidak dapat melakukan eksplorasi secara mandiri dan mendalam. Guru menyampaikan bahwa dengan keterbatasan alat peraga tersebut, pemahaman peserta didik terhadap konsep tiga dimensi bentuk molekul sering kali kurang optimal karena tidak semua siswa berkesempatan melakukan praktik langsung.

Selain keterbatasan alat peraga, guru juga masih mengandalkan media pembelajaran dua dimensi seperti presentasi *PowerPoint*. Meskipun media ini membantu dalam menyampaikan teori dasar, tampilannya yang statis belum mampu memberikan pengalaman belajar visual yang maksimal. Bentuk molekul yang bersifat tiga dimensi sering kali sulit dipahami hanya melalui gambar, sehingga peserta didik kerap mengalami kesulitan dalam membayangkan visualisasi struktur molekul secara tepat. Akses pada simulasi *PhET Molecular Shapes* terhalang akibat tidak bisa terhubung pada internet karena belum menjangkau pada seluruh kelas. Keterbatasan ini semakin mempersempit kesempatan siswa untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam. Lebih lanjut, peserta didik mengungkapkan harapan agar pembelajaran dapat menggunakan media yang lebih interaktif dan jelas dalam menampilkan bentuk molekul.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

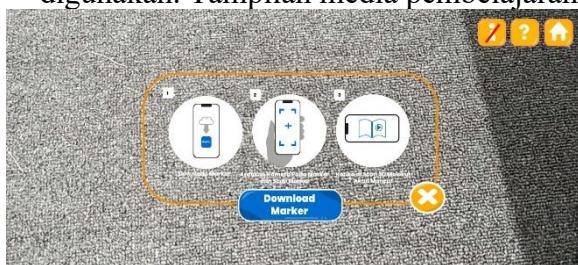
Pada tahap ini, peneliti menyusun desain media berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya. Kegiatan utama meliputi penyusunan materi, pemilihan media pembelajaran dan rancangan awal media agar tampil menarik dan interaktif bagi pengguna. Penyusunan materi dilakukan untuk merumuskan materi yang sudah diselaraskan dengan sumber belajar, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Materi yang digunakan disusun capaian belajar dan tujuan pembelajaran topik bentuk molekul. Tahap pemilihan media dilakukan untuk menentukan media yang paling sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa dalam mendukung proses pembelajaran. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dipilih pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dengan mempertimbangkan aspek interaktivitas, kemudahan penggunaan, dan efektivitas penyampaian materi agar pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami. Peneliti melakukan perancangan media dengan menggunakan *Unity*, *Vuforia*, *Adobe Ilustrator*, *Visual Code* dan *Blender*.

Unity dipilih sebagai *game engine* yang dapat mengintegrasikan berbagai elemen interaktif, *Adobe Ilustrator* digunakan untuk membuat desain, *Vuforia* digunakan sebagai

platform AR berbasis marker untuk menggabungkan objek virtual dengan dunia nyata, *Visual Studio* berfungsi untuk melakukan proses pemrograman dan *Blender* digunakan untuk pemodelan objek 3D yang merepresentasikan bentuk molekul. Model 3D ini kemudian diintegrasikan ke dalam *Unity* dan *Vuforia*. Rancangan media yang dikembangkan berdasarkan *flowchart* dan *storyboard* adalah sebuah media pembelajaran interaktif yang terdiri atas tiga menu utama, yaitu menu Materi, menu *Augmented Reality* (AR), dan menu Kuis. Setiap menu dirancang untuk mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran melalui penyajian materi yang mudah dipahami, visualisasi 3D yang interaktif, dan evaluasi. Tahap ini diperlukan perancangan desain setiap komponen media yang akan digunakan dalam pengembangan media. Rancangan elemen pendukung akan digabungkan menggunakan platform *Vuforia* dan *Unity*, dengan penambahan kode pemrograman menggunakan bahasa C++ melalui *Visual Studio Code*.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan merupakan proses implementasi desain prototipe menjadi media pembelajaran yang utuh dengan menggabungkan seluruh komponen baik 2 dimensi ataupun berbentuk 3 dimensi yang telah dirancang untuk menghasilkan produk yang siap digunakan. Tampilan media pembelajaran dapat dilihat pada gambar berikut.



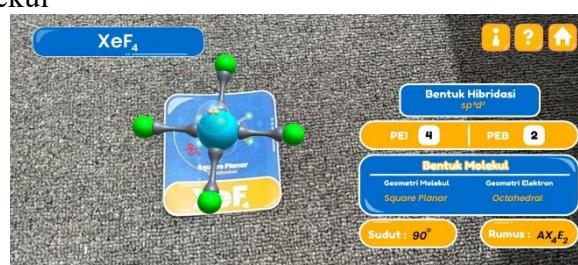
Gambar 1. Tampilan Unduh Marker

Menu unduh marker untuk memindai molekul



Gambar 2. Tampilan 3D Bentuk Molekul

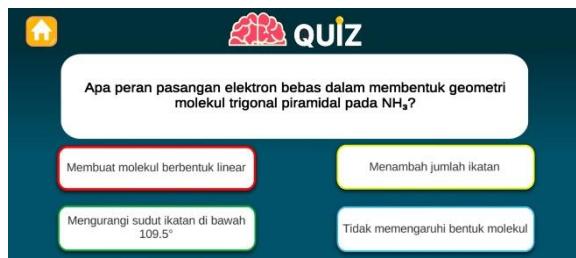
Objek 3D molekul hasil pemindaian



Gambar 3. Tampilan AR Dengan Informasi Molekul

Tampilan AR molekul disertai informasi geometri, sudut, dan rumus.

Berdasarkan gambar 1, 2 dan 3 menampilkan menu AR diawali dengan fitur unduh marker, yang menyediakan 13 jenis marker berbeda sesuai materi bentuk molekul. Setelah marker dicetak, pengguna dapat langsung memindainya melalui kamera perangkat, dan secara otomatis akan muncul visual objek 3D molekul sesuai marker yang dipindai. Pengguna juga dapat merotasi objek 3D yang ada dilayar. Tersedia tombol navigasi yang menampilkan informasi atau keterangan tambahan mengenai struktur dan sifat molekul, dilengkapi dengan suara narator yang menjelaskan setiap molekul secara rinci.



Gambar 4. Tampilan Kuis

Berdasarkan gambar 4 menu kuis terdiri dari 20 soal dengan penggerjaan tiap soal memiliki batas waktu maksimal 30 detik, apabila melebihi akan berpindah pada soal berikutnya. Soal yang ditampilkan bersifat acak, sehingga apabila mengulang soal memiliki urutan yang berbeda. Selanjutnya, dilakukan validasi oleh Hj. RR Nurul Hidayah, S.Pd. M.Pd serta Puji Asih, S.Pd sebagai ahli materi, dan Basuki Sulistio, S.Pd., M.Pd serta Abdul Arif, S.Pd., M.Pd sebagai ahli media. Berikut adalah hasil penilaian validasi dari ahli media dan ahli materi.

Tabel 2. Hasil Penilaian Validator Ahli Materi

Validator	Jumlah	Kategori
Ahli Materi 1	91%	Sangat Valid
Ahli Materi 2	91%	Sangat Valid
Rata-Rata	91%	Sangat Valid

Tabel 3. Hasil Penilaian Validator Ahli Media

Validator	Jumlah	Kategori
Ahli Media 1	95%	Sangat Valid
Ahli Media 2	98%	Sangat Valid
Rata-Rata	96,5%	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 2 dan 3 uji validasi yang dilakukan oleh ahli materi mendapatkan rata-rata persentase sebesar 91%, sedangkan hasil uji validasi dari ahli media dengan rata-rata persentase 96,5% . Berdasarkan rata-rata penilaian ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa media interaktif berbasis AR termasuk kategori sangat valid.

Komentar dan saran yang diberikan oleh para ahli meliputi perbaikan tombol pengaturan suara agar berfungsi optimal, serta penyamaan ukuran huruf pada menu materi sehingga tampilan menjadi lebih konsisten dan nyaman dibaca. Setelah perbaikan dilakukan sesuai masukan tersebut, tahap berikutnya adalah melaksanakan uji coba terbatas. Peneliti terlebih dahulu memberikan penjelasan mengenai media pembelajaran yang telah dikembangkan. Setelah penjelasan tersebut disampaikan, langkah selanjutnya adalah membagikan instrumen angket respons kepada 1 guru kimia dan 15 peserta didik. Berikut hasil yang diperoleh dari pengisian angket uji coba terbatas.

Tabel 4. Hasil Penilaian Uji Coba Terbatas

Pengguna	Jumlah	Kategori
Guru	95,3%	Sangat Valid
Peserta Didik 1	94,6%	Sangat Valid
Peserta Didik 2	96%	Sangat Valid
Peserta Didik 3	98,6%	Sangat Valid
Peserta Didik 4	90,6%	Sangat Valid
Peserta Didik 5	93,3%	Sangat Valid
Peserta Didik 6	98,6%	Sangat Valid
Peserta Didik 7	97,3%	Sangat Valid

Peserta Didik 8	93,3%	Sangat Valid
Peserta Didik 9	98,6%	Sangat Valid
Peserta Didik 10	91,3%	Sangat Valid
Peserta Didik 11	98,6%	Sangat Valid
Peserta Didik 12	93,3%	Sangat Valid
Peserta Didik 13	96%	Sangat Valid
Peserta Didik 14	97,3%	Sangat Valid
Peserta Didik 15	96,6%	Sangat Valid
Rata-Rata	95,58%	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4 hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa rata-rata persentase sebesar 95,58% yang berarti media sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan media belajar yang dikembangkan mudah dalam penggunaan serta dapat mengakomodasi kebutuhan sekolah dan peserta didik. Berikut adalah dokumentasi pelaksanaan yang dilakukan disekolah.

Tampilan media yang menarik serta fitur yang lengkap menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan efektif. Responden merasa dan dapat mempelajari materi sambil berinteraksi pada objek bentuk molekul 3D secara langsung dengan penjelasan narator pada setiap marker yang dipindai. Materi yang disajikan juga dirangkum dengan baik sehingga mudah dipahami. Fitur kuis membantu peserta didik menguji pemahaman mereka terhadap materi secara langsung, dilengkapi dengan animasi *pop-up* hasil pilihan jawaban untuk benar atau salah serta akumulasi nilai pada akhir kuis. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* untuk materi bentuk molekul sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.

4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan proses penyebaran media pembelajaran AR yang dilakukan secara terbatas pada lokasi penelitian, yaitu di MAN 3 Kebumen. Media AR didistribusikan kepada peserta didik sebagai sumber belajar mandiri, sekaligus dimanfaatkan oleh guru untuk mendukung integrasi teknologi pembelajaran berbasis visual tiga dimensi ke dalam kegiatan belajar mengajar secara langsung.

Pembahasan

Media pembelajaran interaktif berbasis *augmented reality* (AR) pada materi bentuk molekul yang dikembangkan ini dapat diakses dengan mudah hanya dengan memasang aplikasi pada *smartphone* dan dapat dioperasikan secara *offline* tanpa memerlukan koneksi internet. Pengembangan media ini didasarkan pada model 4D, yang diawali dengan analisis kebutuhan pada tahap *define* yang mengungkap keterbatasan alat peraga fisik dan media dua dimensi yang statis di MAN 3 Kebumen. Sebagai solusi, media ini dirancang dengan tiga menu utama: materi, AR, dan kuis, serta dilengkapi menu kompetensi yang merinci capaian dan tujuan pembelajaran. Menu materi menyajikan tiga topik esensial, yaitu pengertian bentuk molekul, teori VSEPR, dan teori hibridisasi. Fitur utama pada menu AR menyediakan 13 *marker* yang dapat diunduh dan dipindai untuk memunculkan visualisasi molekul dalam format 3D. Tampilan ini diperkaya dengan keterangan informatif untuk setiap molekul, narasi audio yang jelas, serta fungsionalitas interaktif yang memungkinkan pengguna memutar dan mengamati objek molekul dari berbagai sudut pandang untuk pemahaman yang lebih mendalam (Maku et al., 2025; Wardani et al., 2025).

Berdasarkan proses validasi yang komprehensif melibatkan ahli materi dan ahli media, produk media pembelajaran interaktif berbasis *augmented reality* ini menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Para ahli materi memberikan penilaian rata-rata sebesar 91%,

sementara para ahli media memberikan penilaian yang lebih tinggi dengan rata-rata 96,5%, sehingga menghasilkan nilai validitas gabungan sebesar 93,75% dengan kategori sangat valid. Hasil positif ini diperkuat oleh uji coba terbatas yang dilakukan pada seorang guru kimia dan 15 peserta didik, di mana media pembelajaran ini memperoleh skor rata-rata respons sebesar 95,58%, yang juga termasuk dalam kategori sangat valid. Tingginya angka validasi dan respons pengguna ini mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya akurat secara konten dan fungsional secara teknis, tetapi juga diterima dengan baik oleh target penggunanya dan dianggap sebagai alat bantu belajar yang efektif dan mudah dioperasikan dalam lingkungan pembelajaran yang sesungguhnya (Abidah et al., 2025; Maku et al., 2025).

Uji coba terbatas yang dilakukan mengindikasikan bahwa media AR secara efektif membantu proses visualisasi struktur molekul, memfasilitasi pemahaman konsep bentuk molekul, dan secara signifikan meningkatkan minat belajar terhadap konsep kimia yang bersifat abstrak. Dari perspektif kognitif, teknologi AR terbukti lebih unggul karena mampu mengurangi beban mental siswa dalam upaya membayangkan bentuk molekul yang kompleks dan multidimensional. Dengan adanya tampilan visual tiga dimensi yang interaktif, siswa dapat secara langsung mengamati dan menganalisis sudut ikatan serta geometri spasial molekul tanpa harus bergantung pada imajinasi semata. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Ciptahadi (2023), yang menyatakan bahwa fitur AR mampu merepresentasikan objek 3D dengan nilai yang mendekati nyata untuk memvisualisasikan objek yang tidak dapat diamati dengan mata telanjang. Visualisasi dan interaksi dalam lingkungan nyata terbukti membantu siswa dalam membangun pengetahuan yang kokoh pada materi bentuk molekul yang abstrak.

Media AR dinilai lebih efektif jika dibandingkan dengan media pembelajaran konvensional seperti presentasi PowerPoint atau gambar dua dimensi karena kemampuannya dalam menyajikan fitur interaktif yang memungkinkan objek virtual untuk diputar dan diamati dari berbagai sudut. Keunggulan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan eksploratif. Penggunaan AR dalam pembelajaran juga terbukti mampu meningkatkan minat serta motivasi belajar peserta didik, terutama di era digital saat ini di mana siswa sudah akrab dengan teknologi. Integrasi teknologi AR berhasil menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya interaktif tetapi juga menyenangkan, sehingga atmosfer di dalam kelas menjadi lebih kondusif untuk belajar (Fitri et al., 2025; Hamzah et al., 2025). Hal ini pada akhirnya membuat penerapan konsep-konsep kimia menjadi lebih bermakna dan tidak lagi terasa sebagai materi hafalan yang membosankan, sejalan dengan temuan Erwinsah et al. (2021) yang menyoroti dampak positif AR terhadap suasana belajar dan pemaknaan konsep oleh siswa.

Respons positif dari para pengguna, baik guru maupun siswa, menunjukkan bahwa penggunaan media AR dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif yang sangat efektif bagi guru untuk menjelaskan materi bentuk molekul. Media ini menjadi solusi praktis, terutama ketika sekolah menghadapi kendala keterbatasan ketersediaan alat peraga fisik seperti set *molymod*. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Baihaki (2023) yang membuktikan bahwa teknologi AR mampu mengatasi keterbatasan sarana fisik di sekolah dan sangat layak untuk diimplementasikan sebagai media pembelajaran yang interaktif dan modern. Dengan demikian, media ini tidak hanya berfungsi sebagai suplemen, tetapi juga berpotensi menggantikan peran alat peraga konvensional, memastikan bahwa proses pembelajaran mengenai struktur tiga dimensi molekul tetap dapat berjalan secara optimal meskipun tanpa adanya model fisik yang memadai di dalam kelas.

Peningkatan motivasi belajar siswa merupakan salah satu dampak positif yang signifikan dari implementasi media AR ini. Hal ini didukung oleh temuan Pradita (2022) yang menunjukkan adanya perbedaan peningkatan motivasi belajar yang signifikan antara kelompok

peserta didik yang menggunakan media AR dibandingkan dengan mereka yang belajar menggunakan media konvensional. Fitur-fitur yang dirancang dalam media ini, seperti kuis interaktif yang dilengkapi dengan animasi *pop-up* untuk setiap jawaban benar atau salah serta akumulasi nilai di akhir sesi, memberikan elemen gamifikasi yang membuat proses evaluasi menjadi lebih menarik dan tidak monoton. Pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan antusiasme siswa, membuat mereka lebih terlibat aktif dalam proses pembelajaran dan termotivasi untuk menguji pemahaman mereka secara mandiri melalui fitur evaluasi yang telah disediakan (Desanjaya et al., 2025).

Hasil pengembangan media AR untuk materi bentuk molekul ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi kriteria sangat valid dan sangat layak untuk diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran kimia. Keberhasilan ini menegaskan bahwa penggunaan teknologi *augmented reality* tidak hanya memberikan dampak positif pada aspek afektif siswa, seperti peningkatan motivasi dan minat belajar, tetapi juga memberikan dukungan yang kuat pada aspek kognitif mereka. Melalui visualisasi yang nyata dan interaktif, media ini mampu meningkatkan kemampuan representasi visual siswa serta memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep abstrak yang sebelumnya sering kali sulit untuk dipahami hanya dengan mengandalkan media pembelajaran konvensional. Dengan demikian, media ini menjadi alat yang berharga untuk menjembatani kesenjangan antara konsep teoretis yang abstrak dengan pemahaman konseptual yang konkret dan mendalam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* pada materi bentuk molekul dinyatakan sangat valid dan layak disebarluaskan ataupun digunakan dalam proses pembelajaran. Media ini terbukti mampu membantu siswa dalam memahami materi bentuk molekul secara lebih efektif, sesuai dengan kebutuhan disekolah dan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Media ini mampu memfasilitasi guru dengan keterbatasan alat peraga dan akses internet dalam menyampaikan materi bentuk molekul melalui visualisasi yang lebih menarik, interaktif, dan memudahkan siswa dalam memahami materi secara mendalam. Penelitian berikutnya direkomendasikan menambahkan fitur merancang molekul dan mengevaluasi efektivitas media AR pada skala kelas besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidah, B., et al. (2025). Pengembangan multimedia interaktif pada materi gaya magnet untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas IV. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1067. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6656>
- Anshori, A. F. J., et al. (2021). Hubungan kecerdasan spasial-visual dan prestasi belajar pada materi bentuk molekul. *Karangan: Jurnal Bidang Kependidikan, Pembelajaran, Dan Pengembangan*, 3(2), 102–107. <https://doi.org/10.55273/karangan.v3i2.134>
- Aziz, M. A., & Irawan, D. B. (2024). Pengembangan media pembelajaran FLIPBOOK digital legenda Pulau Kemarau pada pembelajaran IPS. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial (JPIPS)*, (16), 8–15.
- Bahriah, E. S., et al. (2022). Development of augmented reality technology-based interactive learning media in chemical bonding materials. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 6(2), 93–99. <https://doi.org/10.26740/jcer.v6n2.p93-99>

- Baihaki, M. R., et al. (2023). Teknologi AR sebagai media pembelajaran: Tinjauan literatur. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 13(1), 185–188. <https://doi.org/10.36499/psnst.v13i1.9139>
- Ciptahadi, K. G. O., et al. (2023). Augmented reality pengenalan senyawa kimia untuk siswa SMAN 1 Semarapura berbasis Android. *Naratif: Jurnal Nasional Riset, Aplikasi Dan Teknik Informatika*, 5(2), 110–120. <https://doi.org/10.53580/naratif.v5i2.202>
- Desanjaya, J., et al. (2025). Penerapan metode jarimatika untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi perkalian di kelas II SD Negeri 27 Talang Kelapa. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 815. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5437>
- Erwinsah, R., et al. (2021). Literature review: Technology development and utilization of Augmented Reality (AR) in science learning. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 2(4), 135–144.
- Fitri, U. R., et al. (2025). The use of augmented reality in science learning to improve motivation and understanding of science concepts among elementary school students. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(1), 417. <https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4732>
- Haekal, A. T., et al. (2022). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis augmented reality pada materi instalasi jaringan komputer. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 6(1), 90–99.
- Hamzah, N., et al. (2025). Pengaruh model problem based learning (PBL) berbantuan media Assemblr EDU terhadap hasil belajar peserta didik pada materi gempa bumi di kelas V MIST Al-Azhfar. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 1013. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.6443>
- Kadek, N., et al. (2020). Analisis kesulitan belajar kimia siswa kelas XI pada materi larutan penyingga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 86–97. <https://doi.org/10.23887/JIPP.V4I1.15469>
- Maku, S., et al. (2025). Pengembangan media pencerDas untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan manusia di kelas V sd. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 751. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5362>
- Pebrianti, F. (2019). Kemampuan guru dalam membuat media pembelajaran sederhana. *Seminar Nasional Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 93–98.
- Pradita, C., et al. (2022). Perbandingan motivasi belajar pada mata pelajaran kimia sebelum dan sesudah penerapan media pembelajaran augmented reality chemistry. *Inverted: Journal of Information Technology Education*, 2(1), 44–53. <https://doi.org/10.37905/INVERTED.V2I1.12978>
- Pratama, M. I. L., et al. (2022). Edukasi kesiap-siagaan bencana tsunami pada anak melalui penggunaan media pembelajaran interaktif. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat Pendidikan*, 2(2), 74–85. <https://doi.org/10.33369/jurnalinovasi.v2i2.21158>
- Priliyanti, A., et al. (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>
- Rachim, M. R., et al. (2024). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran terhadap keaktifan belajar siswa dalam pendidikan modern. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 594–605. <https://doi.org/10.51574/JRIP.V4I1.1407>
- Rahmi, A., & Baharuddin. (2021). Pengembangan media pembelajaran multimedia interaktif Lectora Inspire mata pelajaran pekerjaan dasar elektromekanik. *JEVTE Journal of*

Electrical Vocational Teacher Education, 1(2), 114–122.
<https://doi.org/10.24114/JEVTE.V1I2.29382>

- Rajagukguk, K. P., et al. (2021). Pelatihan pengembangan media pembelajaran model 4D pada guru sekolah dasar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 14–22.
- Riskiono, S. D., et al. (2020). Augmented reality sebagai media pembelajaran hewan purbakala. *Krea-TIF*, 8(1), 8. <https://doi.org/10.32832/kreatif.v8i1.3369>
- Rita, O. O., & Guspatni, G. (2024). Teknologi augmented reality (AR) dalam pembelajaran kimia, tinjauan pustaka: Bentuk-bentuk, hambatan dan pemanfaatan augmented reality (AR) dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 18552–18562. <https://doi.org/10.31004/JPTAM.V8I2.15094>
- Saputri, D., et al. (2023). Lembar validasi: Instrumen yang digunakan untuk menilai produk yang dikembangkan pada penelitian pengembangan bidang pendidikan. *Biology and Education Journal*, 3(2), 133–151. <https://doi.org/10.25299/BAEJ.2023.15347>
- Suteja, M., & Warsito, A. B. (2024). Media pembelajaran kimia berbasis AR. *Modem: Jurnal Informatika Dan Sains Teknologi*, 2(3), 161–173. <https://doi.org/10.62951/MODEM.V2I3.157>
- Wardani, T. T., et al. (2025). Pengaruh model pembelajaran direct instruction berbantuan multimedia interaktif terhadap pemahaman konsep siswa pada elemen gambar teknik siswa kelas X DPIB SMK 3 Surabaya. *LEARNING Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(4), 1301. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i4.4209>
- Waruwu, M. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): Konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/JIPP.V9I2.2141>