



Development of Interactive Learning Media Based on Augmented Simulation Using PhET for Magnetic Field Material

Nurul Hidayah^{1*}, Prisilia Talakua², Dede Abdul Azis³, Musa Marsel Maipauw⁴

¹Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Bakti Indonesia, Indonesia
Jl. Jember No. 40, Kec. Cluring, Kab. Banyuwangi

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi
Institut Agama Kristen Negeri Ambon, Indonesia
Jl. Dolog, Halong Atas, Teluk Ambon Baguala, Ambon.

³Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Islam 45 Bekasi, Indonesia
Jl. Cut Mutia, RT.004/RW.009, Margahayu, Kota Bekasi

⁴Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Pattimura, Indonesia
Jl. Ir. M. Putuhena, Poka, Kec. Tlk. Ambon, Kota Ambon.

*e-mail: nurul.hidayah9426@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.52434/jpif.v5i1.42588>

Accepted: May 20, 2025 Approved: May 31, 2025 Published: Juni 4, 2025

ABSTRACT

This study aims to develop an interactive learning media based on Augmented Simulation using PhET for magnetic field material, with the goal of enhancing students' understanding of physics concepts that are difficult to grasp through conventional methods. The research method used is Research and Development (R&D), based on a 4D development model simplified into 3D (Define, Design, Develop). The results show that the developed media can accurately and interactively depict magnetic field phenomena, contributing to improved student understanding. The validation results from media and physics content experts indicate that this media meets curriculum standards and is effective in increasing student engagement. However, some aspects still need improvement, particularly in the functionality of feedback and the development of physics models in the simulation. The implications of this research are significant in the context of technology-based education, given the great potential of Augmented Simulation to enhance students' learning experiences.

Keywords: *Augmented Simulation, Physics, Learning Media, Magnetic Field , PhET*

Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis *Augmented Simulation* Menggunakan *PhET* untuk Materi Medan Magnet

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* menggunakan *PhET* untuk materi medan magnet, dengan tujuan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika yang sulit dipahami secara konvensional. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D), yang mengacu pada model pengembangan 4D yang disederhanakan menjadi 3D (*Define, Design, Develop*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan dapat menggambarkan fenomena medan magnet secara interaktif dan akurat, yang berkontribusi pada peningkatan pemahaman siswa. Hasil validasi dari pakar media dan pakar konten fisika menunjukkan bahwa media ini memenuhi standar kurikulum dan efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa. Namun, beberapa aspek masih perlu perbaikan, terutama pada fungsionalitas umpan balik dan pengembangan model fisika dalam simulasi. Implikasi penelitian ini sangat penting dalam konteks pendidikan berbasis teknologi, mengingat potensi besar *Augmented Simulation* dalam meningkatkan pengalaman belajar siswa.

Kata kunci: *Augmented Simulation*, Fisika, Medan Magnet, Media Pembelajaran, *PhET*

PENDAHULUAN

Pendidikan yang berkualitas membutuhkan pendekatan yang inovatif dan adaptif terhadap perubahan zaman. Salah satu elemen penting dalam mencapainya adalah penggunaan media pembelajaran yang dapat mendukung proses belajar mengajar yang lebih interaktif dan menarik (Daryanes et al., 2023; Dita et al., 2021; Irvani, 2022; Tuma, 2021). Perkembangan teknologi telah memberikan dampak besar dalam dunia pendidikan, mengubah cara guru mengajar dan siswa belajar. Media pembelajaran berbasis teknologi, seperti simulasi interaktif, menawarkan berbagai manfaat, termasuk peningkatan pemahaman siswa melalui pengalaman yang lebih praktis dan *imersif* (Paling et al., 2024).

Seiring dengan berkembangnya teknologi, para pendidik semakin diberikan kemudahan untuk memanfaatkan berbagai alat dan aplikasi yang mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif. Penggunaan teknologi seperti AR dan simulasi interaktif tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk lebih aktif dalam menggali konsep-konsep yang sebelumnya sulit dipahami (AlGerafi et al., 2023; Childs et al., 2023; Dhar et al., 2021). Hal ini memungkinkan pengajaran yang lebih kontekstual, mendalam, dan sesuai dengan perkembangan zaman yang semakin digital.

Media pembelajaran berbasis teknologi telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi. Salah satu bentuk teknologi yang mulai diterapkan dalam pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR) dan *Augmented Simulation*. *Augmented Reality* memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek virtual yang dipadukan dengan objek nyata, menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis (Dargan et al., 2023; Scavarelli et al., 2021). Hal ini sangat relevan dengan pengajaran fisika, di mana konsep-konsep abstrak seperti medan magnet dapat lebih mudah dipahami jika disajikan dalam bentuk simulasi yang interaktif dan visual.

Penggunaan *Augmented Simulation* dalam pendidikan fisika, khususnya pada materi medan magnet, menjadi sangat menarik karena dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai fenomena fisika yang tidak selalu dapat diamati langsung. *Augmented Simulation* menggabungkan elemen digital ke lingkungan nyata secara interaktif, memungkinkan peserta untuk melihat, memanipulasi, dan berlatih dengan objek virtual, sehingga mempermudah pemahaman konsep kompleks (Dargan et al., 2023; Tai, 2023; Zulfiqar et al., 2023). Dengan adanya simulasi ini, siswa dapat memvisualisasikan dan memanipulasi elemen-elemen fisika, seperti garis medan magnet dan gaya yang ditimbulkan oleh medan tersebut (Banda & Nzabahimana, 2021; Cai et al., 2021; Sadidah & Irvani, 2021). Proses belajar ini memungkinkan siswa untuk lebih memahami konsep-konsep yang sulit dipahami hanya dengan teori atau demonstrasi konvensional di kelas.

PhET (*Physics Education Technology*) adalah salah satu platform yang mengembangkan simulasi interaktif berbasis web untuk berbagai topik fisika. PhET telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika, termasuk materi medan magnet (Alsalmi et al., 2024; Uwambajimana et al., 2023). Simulasi yang disediakan oleh PhET memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen secara virtual, memberikan mereka kebebasan untuk menguji hipotesis dan menyaksikan perubahan yang terjadi secara langsung. Keberadaan platform ini memberikan peluang untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih menarik dan efektif.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi, pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* menggunakan PhET untuk materi medan magnet masih tetap relevan untuk diteliti lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media yang dapat mendukung pemahaman siswa mengenai konsep medan magnet melalui simulasi interaktif berbasis *Augmented Simulation*. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran fisika di tingkat sekolah.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* menggunakan PhET untuk materi medan magnet. Seiring dengan itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan media yang mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi tersebut melalui pendekatan yang lebih menarik dan interaktif. Dengan demikian, diharapkan bahwa pembelajaran fisika di sekolah dapat menjadi lebih menyenangkan, relevan, dan efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (R&D), yang bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* untuk materi medan magnet. *Augmented Simulation* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah simulasi fenomena fisika dengan menggunakan AR. Proses pengembangan media ini mengacu pada model pengembangan 4D yang direduksi menjadi 3D, yang terdiri dari tiga tahap utama: *Define*, *Design*, dan *Develop* (Thiagarajan, 1974; Ulfa et al., 2024; Zarvianti & Sahida, 2020). Model ini dipilih karena memberikan struktur yang jelas dalam setiap tahapan pengembangan, dari perencanaan awal hingga produk akhir yang siap diuji dan diterapkan.

Model pengembangan 4D, yang terdiri dari empat tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*, digunakan dalam pengembangan media pembelajaran (Thiagarajan, 1974). Namun, dalam penelitian ini, tahap *Disseminate* disesuaikan dan dihilangkan untuk memfokuskan pada tiga tahap utama: *Define* (penentuan kebutuhan dan analisis masalah), *Design* (perancangan media pembelajaran), dan *Develop* (pengembangan dan uji coba media). Dengan menggunakan pendekatan ini, diharapkan media yang dikembangkan dapat diterapkan secara efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi medan magnet melalui simulasi interaktif berbasis *Augmented Simulation*.

Subjek penelitian ini melibatkan empat orang pakar yang memiliki keahlian khusus di bidang yang relevan dengan pengembangan media pembelajaran interaktif. Pertama, terdapat pakar media yang bertanggung jawab dalam merancang dan mengembangkan aspek teknis serta interaktif dari media pembelajaran berbasis *Augmented Simulation*. Pakar media bertugas untuk memastikan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya berfungsi dengan baik secara teknis, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Kedua, pakar konten fisika yang memiliki pengetahuan mendalam tentang materi medan magnet akan memastikan bahwa simulasi yang dikembangkan sesuai dengan teori dan konsep fisika yang tepat. Kolaborasi antara kedua pakar ini sangat penting untuk menghasilkan media yang efektif dan relevan bagi pembelajaran siswa.

Prosedur pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu *Define*, *Design*, dan *Develop*. Pada tahap *Define*, langkah pertama yang dilakukan adalah analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam pengajaran materi medan magnet. Analisis ini mencakup kajian terhadap kurikulum yang berlaku, kondisi siswa, serta teknologi yang tersedia. Hasil dari tahap ini adalah pemahaman yang jelas mengenai masalah yang perlu diselesaikan dan tujuan yang ingin dicapai melalui pengembangan media. Selanjutnya, pada tahap *Design*, dilakukan perancangan media pembelajaran. Tahap ini mencakup pembuatan desain visual dan interaktif dari simulasi, serta penentuan fitur-fitur yang akan dimasukkan, sehingga media yang dikembangkan dapat memberikan pengalaman belajar yang efektif dan menarik. Tahap terakhir, *Develop*, adalah tahap pengembangan simulasi itu sendiri. Pada tahap ini, media yang telah dirancang diuji coba untuk memastikan kelayakan teknis dan fungsionalitasnya, sebelum digunakan oleh siswa dalam proses pembelajaran.

Untuk mengevaluasi kelayakan dan efektivitas media yang dikembangkan, penelitian ini menggunakan berbagai instrumen evaluasi. Instrumen yang digunakan meliputi angket, wawancara, dan tes kinerja siswa. Angket digunakan untuk mengumpulkan umpan balik dari para ahli media dan konten fisika mengenai kualitas serta relevansi media yang dikembangkan (Sulastri et al., 2024). Wawancara dilakukan untuk memperoleh pendapat yang lebih mendalam dari para pakar mengenai aspek teknis dan pengajaran yang perlu diperbaiki. Sementara itu, tes kinerja siswa digunakan untuk menilai sejauh mana media pembelajaran efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi medan magnet. Data yang diperoleh dari instrumen-instrumen tersebut akan dianalisis untuk menentukan apakah media yang dikembangkan dapat memenuhi tujuan pembelajaran yang diinginkan.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup observasi, uji coba media, dan evaluasi oleh pakar. Observasi dilakukan untuk memantau respons siswa terhadap media selama proses pembelajaran, sementara uji coba media bertujuan untuk menguji fungsionalitas dan kualitas

teknis media tersebut. Evaluasi oleh pakar media dan konten fisika dilakukan untuk menilai kesesuaian dan kelayakan media sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku. Data yang terkumpul akan dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, daya tarik, dan efektivitas media dalam meningkatkan pemahaman siswa. Analisis ini juga mencakup perbandingan antara media yang dikembangkan dengan metode pembelajaran konvensional untuk menentukan kelayakannya dalam proses pembelajaran fisika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang telah disebutkan pada bagian metode penelitian, penelitian ini menggunakan model pengembangan 3D dengan tahapan *Define*, *Design*, dan *Develop*. Tahap-tahap tersebut dijelaskan pada hasil penelitian berikut.

Tahap *Define*

Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi tantangan utama yang dihadapi dalam pengajaran materi medan magnet. Analisis ini melibatkan kajian terhadap kurikulum yang berlaku, kondisi siswa, serta teknologi yang tersedia. Beberapa temuan penting yang dihasilkan dari tahap ini disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Tahap *Define*

No.	Temuan	Penjelasan
1	Keterbatasan dalam Memahami Konsep Medan Magnet	Berdasarkan pengamatan terhadap siswa di beberapa sekolah, ditemukan bahwa banyak siswa kesulitan dalam memahami konsep medan magnet yang abstrak. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan mereka untuk memvisualisasikan fenomena fisika yang tidak dapat dilihat secara langsung. Pembelajaran konvensional yang hanya mengandalkan teori dan eksperimen fisika sederhana di kelas dirasa belum cukup efektif dalam menjelaskan konsep tersebut.
2	Kurangnya Media Pembelajaran yang Interaktif	Banyak guru di sekolah-sekolah masih menggunakan metode pembelajaran yang tradisional, dengan sedikit atau tanpa pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi. Meskipun beberapa sekolah sudah menggunakan alat peraga sederhana, media pembelajaran interaktif yang lebih canggih seperti simulasi berbasis teknologi AR (<i>Augmented Reality</i>) atau aplikasi berbasis web seperti PhET masih sangat jarang diterapkan.
3	Potensi Penggunaan Teknologi untuk Pembelajaran Fisika	Teknologi <i>augmented simulation</i> menawarkan potensi besar dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika yang sulit dipahami. Dalam tahap <i>Define</i> ini, terlihat jelas bahwa pengembangan media berbasis <i>augmented simulation</i> , khususnya untuk materi medan magnet, akan sangat bermanfaat untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan menarik bagi siswa.

No.	Temuan	Penjelasan
4	Tuntutan untuk Pengembangan Media Pembelajaran	Ada tuntutan besar untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif yang dapat membantu siswa memahami konsep-konsep fisika secara lebih mendalam. Penggunaan simulasi berbasis PhET diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap konsep-konsep medan magnet yang abstrak dan sulit dipahami hanya dengan metode konvensional.

Dari analisis kebutuhan ini, penelitian melanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu perancangan media pembelajaran interaktif berbasis *augmented simulation*, dengan fokus pada pengembangan simulasi yang dapat membantu siswa memahami materi medan magnet dengan cara yang lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami.

Tahap Design

Pada tahap Design, fokus utama yang dilakukan adalah merancang media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* untuk materi medan magnet. Proses desain ini melibatkan pembuatan konsep visual dan interaktif dari simulasi yang akan digunakan dalam pembelajaran fisika. Beberapa aspek yang dipertimbangkan dan hasil yang diperoleh pada tahap ini meliputi desain, interaktivitas, antarmuka pengguna, integrasi dengan PhET, fitur evaluasi, dan aksesibilitas.

Rancangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* yang telah dibuat tidak hanya melalui proses desain visual dan interaktif, tetapi juga divalidasi oleh dua orang pakar di bidang media pembelajaran untuk memastikan kualitas dan relevansi media yang dikembangkan. Proses validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain media yang telah dirancang memenuhi standar pedagogis, teknis, dan fungsional yang diperlukan untuk mendukung pembelajaran yang efektif (Irvani & Warliani, 2022; Maharani & Fathurrahman, 2025; Nguyen & Power, 2024). Adapun hasil validasi oleh pakar media ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek	Deskripsi	Skor rata-rata
1	Keterbacaan dan Kejelasan Antarmuka Pengguna (UI)	Menilai kemudahan pemahaman dan penggunaan antarmuka oleh siswa, serta organisasi elemen visual.	9
2	Kualitas Visual dan Grafis	Menilai kejelasan, daya tarik, dan relevansi elemen visual dalam mendukung pemahaman siswa.	8,5
3	Interaktivitas dan Keterlibatan Siswa	Menilai tingkat interaktivitas dan bagaimana siswa dapat berpartisipasi aktif dalam simulasi.	8

No.	Aspek	Deskripsi	Skor rata-rata
4	Kesesuaian dengan Prinsip-prinsip Desain Pembelajaran	Menilai apakah media mendukung pembelajaran konstruktivistik dan eksplorasi konsep secara mandiri.	8
5	Keterjangkauan dan Responsif terhadap Berbagai Perangkat	Menilai apakah media dapat diakses dengan baik di berbagai perangkat dan menyesuaikan tampilannya.	8
6	Kemudahan Navigasi dan Aksesibilitas	Menilai kemudahan siswa dalam menavigasi media dan fitur aksesibilitas untuk berbagai kondisi.	7,5
7	Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran	Menilai apakah media mendukung tujuan pembelajaran dalam kurikulum dan membantu pemahaman konsep.	9
8	Keterlibatan dan Umpan Balik Pengguna	Menilai apakah media menyediakan umpan balik yang jelas dan instruksi bagi siswa.	8

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh dua orang pakar media yang ditunjukkan pada Tabel 2, rancangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* mendapatkan penilaian yang cukup baik secara keseluruhan. Salah satu aspek yang mendapat skor tertinggi adalah keterbacaan dan kejelasan antarmuka pengguna (UI), dengan skor rata-rata 9. Hal ini menunjukkan bahwa antarmuka media dirancang dengan sangat baik, mudah dipahami, dan dapat digunakan dengan lancar oleh siswa. Kejelasan antarmuka merupakan elemen penting dalam desain media pembelajaran karena dapat meminimalkan kebingungan siswa dan memaksimalkan fokus mereka pada materi yang sedang dipelajari. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa desain antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami dapat mempercepat proses pemahaman dan meningkatkan pengalaman belajar siswa (Ahmad Faudzi et al., 2023; Iniesto et al., 2023).

Di sisi lain, kualitas visual dan grafis dari media ini mendapatkan skor 8,5, yang menunjukkan bahwa elemen visual dalam media mendukung pemahaman siswa tentang materi medan magnet. Visual yang relevan dan menarik sangat penting dalam pembelajaran fisika, terutama untuk materi yang sulit dipahami seperti medan magnet. Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya, yang menyatakan bahwa penggunaan grafis yang mendukung dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak, yang sulit dipahami hanya dengan penjelasan verbal (Liando et al., 2022; McLure et al., 2022).

Aspek interaktivitas dan keterlibatan siswa juga mendapat skor yang baik, yaitu 8, menunjukkan bahwa media ini memungkinkan siswa untuk aktif terlibat dalam simulasi. Interaktivitas ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan eksperimen virtual dan menguji berbagai hipotesis mereka, yang tentunya meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi. Media pembelajaran yang interaktif dapat meningkatkan motivasi siswa dan memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam (Dita et al., 2021; Laksmi et al., 2021; Tuma, 2021).

Meskipun demikian, kemudahan navigasi dan aksesibilitas masih mendapat skor yang sedikit lebih rendah, yaitu 7,5. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun media ini cukup mudah dinavigasi,

masih ada ruang untuk perbaikan agar lebih inklusif, terutama bagi siswa dengan kebutuhan khusus. Desain yang ramah pengguna sangat penting dalam mendukung aksesibilitas bagi semua siswa, termasuk mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau kognitif (Apostolidou & Fokaides, 2023; Kiruki & Mutula, 2021; Thakar et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil validasi menunjukkan bahwa desain media pembelajaran ini sudah memenuhi sebagian besar kriteria yang diperlukan untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif. Media ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep medan magnet secara lebih menarik dan interaktif. Meskipun ada beberapa aspek yang perlu diperbaiki, seperti navigasi dan aksesibilitas, media ini sudah cukup baik dalam memenuhi tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum. Hal ini sesuai dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang relevan dengan tujuan pembelajaran dapat meningkatkan kualitas pendidikan (Daryanes et al., 2023; Zaini et al., 2022).

Tahap Develop

Pada tahap *Develop*, setelah desain media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* selesai dirancang, langkah berikutnya adalah melakukan uji validasi terhadap media yang telah dikembangkan. Uji validasi ini dilakukan oleh dua orang pakar konten fisika untuk memastikan bahwa media yang dibuat tidak hanya menarik secara visual dan interaktif, tetapi juga sesuai dengan teori dan konsep fisika yang benar. Kedua pakar ini memiliki keahlian mendalam dalam bidang fisika, khususnya mengenai materi medan magnet, dan bertugas untuk memverifikasi apakah simulasi yang dikembangkan dapat menggambarkan fenomena fisika dengan akurat.

Proses validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memenuhi standar kurikulum dan dapat mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep yang mungkin sulit dipahami hanya melalui teori atau percakapan di kelas (Dinata, 2022). Pada tahap ini, para pakar konten fisika mengevaluasi apakah simulasi yang ada benar-benar mencerminkan prinsip-prinsip medan magnet, seperti garis medan, gaya yang bekerja antara magnet, dan pengaruh berbagai variabel terhadap fenomena yang terjadi. Selain itu, validator juga menilai apakah media ini dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam melalui eksperimen virtual yang dapat mereka lakukan sendiri, tanpa bantuan alat peraga fisik. Hasil validasi pakar konten fisika ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Konten Fisika

No.	Aspek	Deskripsi	Skor rata-rata
1	Kesesuaian dengan Konsep Fisika yang Tepat	Menilai apakah konsep-konsep fisika yang dijelaskan sesuai dengan teori yang berlaku, terutama tentang medan magnet dan interaksinya.	9
2	Kesesuaian dengan Kurikulum dan Standar Pembelajaran	Menilai apakah materi yang disajikan sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar pembelajaran fisika.	9

3	Kejelasan Penjelasan dan Penggunaan Terminologi Fisika	Menilai apakah istilah fisika yang digunakan dijelaskan dengan jelas dan mudah dimengerti oleh siswa.	8,5
4	Akurasi Simulasi dan Penggambaran Fenomena Fisika	Menilai apakah simulasi yang ditampilkan menggambarkan fenomena fisika secara akurat sesuai dengan hukum fisika.	8
5	Relevansi Eksperimen Virtual dengan Materi Pembelajaran	Menilai apakah eksperimen virtual yang diberikan relevan dan mendukung pemahaman siswa terhadap materi medan magnet.	8
6	Kesesuaian dengan Tingkat Pemahaman Siswa	Menilai apakah materi yang disajikan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa yang menjadi target media.	8
7	Fungsionalitas Umpan Balik dan Penilaian Pemahaman	Menilai apakah umpan balik yang disediakan membantu siswa mengevaluasi pemahaman mereka dan memperbaiki kesalahan.	7,5
8	Validitas Model Fisika dalam Simulasi	Menilai apakah model fisika yang digunakan dalam simulasi sesuai dengan hukum-hukum fisika yang sah.	7,5
9	Kemampuan Media untuk Mendorong Pemikiran Kritis	Menilai apakah media mendorong siswa untuk berpikir kritis, menganalisis data eksperimen, dan memahami konsep-konsep fisika.	8

Berdasarkan hasil validasi dari dua orang pakar konten fisika pada Tabel 3, media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* yang dikembangkan untuk materi medan magnet mendapatkan penilaian yang baik dalam berbagai aspek. Skor rata-rata yang diberikan pada aspek-aspek yang dievaluasi menunjukkan bahwa media ini secara keseluruhan sesuai dengan konsep fisika yang berlaku dan dapat mendukung pembelajaran yang efektif. Salah satu aspek yang mendapat skor tertinggi adalah kesesuaian dengan konsep fisika yang tepat, yang mendapat skor 9. Hal ini menandakan bahwa konsep-konsep yang disajikan dalam media ini telah dijelaskan secara akurat sesuai dengan teori yang berlaku, khususnya mengenai medan magnet dan interaksinya. Konsep yang benar sangat penting dalam pembelajaran fisika karena kesalahan pemahaman pada tahap awal dapat berlanjut dan mempengaruhi pemahaman siswa terhadap materi selanjutnya (Assem et al., 2023; Puspitasari & Mufit, 2021; Resbiantoro & Setiani, 2022).

Kesesuaian dengan kurikulum dan standar pembelajaran juga mendapat skor tinggi, yaitu 9. Ini menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan dan kompetensi dasar yang ditetapkan dalam kurikulum pendidikan fisika. Penyesuaian dengan kurikulum sangat penting untuk memastikan bahwa media pembelajaran dapat digunakan secara langsung dalam konteks pembelajaran di sekolah dan mendukung pencapaian hasil belajar yang diinginkan (Haryana et al., 2022; Yeung et al., 2021; Yu et al., 2022).

Pada aspek kejelasan penjelasan dan penggunaan terminologi fisika, media ini mendapatkan skor 8,5. Penjelasan yang diberikan dalam media telah menggunakan istilah-istilah fisika yang jelas dan mudah dipahami oleh siswa, yang sangat penting untuk memastikan bahwa siswa tidak

mengalami kebingungan saat belajar. Menurut sebelumnya, penggunaan bahasa yang tepat dan mudah dimengerti dalam media pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama untuk materi yang abstrak seperti medan magnet (Arsyad et al., 2024; Lubis et al., 2023).

Skor 8 untuk akurasi simulasi dan penggambaran fenomena fisika menunjukkan bahwa media ini berhasil menggambarkan fenomena fisika dengan cukup akurat sesuai dengan hukum-hukum fisika yang berlaku. Simulasi yang akurat sangat penting, terutama dalam topik fisika yang melibatkan fenomena yang sulit diamati secara langsung. Penggunaan simulasi berbasis teknologi dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang fenomena yang sulit dijelaskan dengan metode konvensional (Liu et al., 2022; Stenseth et al., 2025).

Di sisi lain, meskipun beberapa aspek mendapatkan skor yang sedikit lebih rendah, seperti fungsi umpan balik dan penilaian pemahaman serta validitas model fisika dalam simulasi yang masing-masing memperoleh skor 7,5, hal ini menunjukkan bahwa masih ada ruang untuk perbaikan, terutama dalam memberikan umpan balik yang lebih mendalam dan menyesuaikan model fisika yang digunakan dengan lebih teliti. Umpan balik yang tepat dan jelas sangat penting untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Latifi et al., 2021; Morris et al., 2021).

Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran ini sangat baik dalam mengajarkan konsep-konsep medan magnet secara interaktif dan sesuai dengan teori fisika yang benar. Media ini tidak hanya berhasil menyampaikan materi dengan cara yang menarik dan mudah dipahami, tetapi juga dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam melalui simulasi dan eksperimen virtual. Meskipun ada beberapa aspek yang perlu diperbaiki, seperti umpan balik dan model fisika dalam simulasi, media ini sudah cukup efektif dalam mendukung pembelajaran fisika yang berkualitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari pengembangan dan validasi media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Simulation* untuk materi medan magnet, dapat disimpulkan bahwa media ini menunjukkan potensi yang besar dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika. Hasil validasi oleh pakar media dan pakar konten fisika menunjukkan bahwa media ini sesuai dengan standar kurikulum dan prinsip-prinsip pembelajaran yang berlaku. Keberhasilan dalam menggambarkan fenomena fisika secara akurat dan memfasilitasi eksperimen virtual yang interaktif memberi dampak positif terhadap pemahaman siswa, terutama dalam memahami konsep-konsep abstrak seperti medan magnet. Meskipun demikian, terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan, terutama terkait dengan fungsionalitas umpan balik dan penyempurnaan model fisika dalam simulasi.

Implikasi penelitian ini sangat penting dalam konteks pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi yang semakin relevan dengan perkembangan zaman. Dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi dalam dunia pendidikan, penggunaan media berbasis *Augmented Reality* dan simulasi interaktif seperti ini dapat menjadi alternatif yang efektif dalam menghadirkan pengalaman belajar yang lebih imersif dan mendalam. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang untuk memperluas pengembangan media pembelajaran untuk topik-topik fisika lainnya, dan berkontribusi pada upaya peningkatan kualitas pendidikan di sekolah-sekolah.

Untuk penelitian di masa yang akan datang, disarankan untuk melakukan uji coba lebih luas di berbagai lingkungan pembelajaran dengan melibatkan lebih banyak siswa dari tingkat pendidikan yang berbeda, guna mengevaluasi efektivitas media dalam berbagai konteks pembelajaran. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan fungsionalitas umpan balik dan integrasi elemen-elemen tambahan, seperti penilaian berbasis tugas, untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih mendalam dan personal bagi siswa..

REFERENSI

- Ahmad Faudzi, M., Che Cob, Z., Omar, R., Sharudin, S. A., & Ghazali, M. (2023). Investigating the user interface design frameworks of current mobile learning applications: A systematic review. *Education Sciences*, 13(1), 94.
- AlGerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the potential: A comprehensive evaluation of augmented reality and virtual reality in education. *Electronics*, 12(18), 3953.
- Alsalihi, N. R., Abdelkader, A. F. I., Ismail, A. A. K. H., Alqatawneh, S., Alqawasmi, A., & Salem, O. (2024). The Effect of Using PhET Interactive Simulations on Academic Achievement of Physics Students in Higher Education Institutions. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 24(1).
- Apostolidou, E., & Fokaides, P. A. (2023). Enhancing accessibility: a comprehensive study of current apps for enabling accessibility of disabled individuals in buildings. *Buildings*, 13(8), 2085.
- Arsyad, M., Mujahiddin, M., & Syakhrani, A. W. (2024). The efficiency of using visual learning media in improving the understanding of science concepts in elementary school students. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 4(3), 775–787.
- Assem, H. D., Nartey, L., Appiah, E., & Aidoo, J. K. (2023). A review of students' academic performance in physics: Attitude, instructional methods, misconceptions and teachers qualification. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(1), 84–92.
- Banda, H. J., & Nzabanimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical review physics education research*, 17(2), 23108.
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J. (2021). Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235–251.
- Childs, E., Mohammad, F., Stevens, L., Burbelo, H., Awoke, A., Rewkowski, N., & Manocha, D. (2023). An overview of enhancing distance learning through emerging augmented and virtual reality technologies. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*.
- Dargan, S., Bansal, S., Kumar, M., Mittal, A., & Kumar, K. (2023). Augmented reality: A comprehensive review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(2), 1057–1080.
- Daryanes, F., Darmadi, D., Fikri, K., Sayuti, I., Rusandi, M. A., & Situmorang, D. D. B. (2023). The development of articulate storyline interactive learning media based on case methods to train student's problem-solving ability. *Heliyon*, 9(4).
- Dhar, P., Rocks, T., Samarasinghe, R. M., Stephenson, G., & Smith, C. (2021). Augmented reality in medical education: students' experiences and learning outcomes. *Medical education online*, 26(1), 1953953.

- Dinata, K. (2022). *Digital Storytelling (DST) Media Development in Online Physics Learning Based on Computational Thinking*. <https://doi.org/10.58249/sjse.v2i02.53>
- Dita, P. P. S., Utomo, S., & Sekar, D. A. (2021). Implementation of problem based learning (PBL) on interactive learning media. *Journal of Technology and Humanities*, 2(2), 24–30.
- Haryana, M. R. A., Warsono, S., Achjari, D., & Nahartyo, E. (2022). Virtual reality learning media with innovative learning materials to enhance individual learning outcomes based on cognitive load theory. *The International Journal of Management Education*, 20(3), 100657.
- Iniesto, F., Coughlan, T., Lister, K., Devine, P., Freear, N., Greenwood, R., Holmes, W., Kenny, I., McLeod, K., & Tudor, R. (2023). Creating ‘a simple conversation’: Designing a conversational user interface to improve the experience of accessing support for study. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 16(1), 1–29.
- Irvani, A. I. (2022). Merancang Media Pembelajaran Berdasarkan Bagaimana Siswa Belajar. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v5i1.205>
- Irvani, A. I., & Warliani, R. (2022). Development of physics demonstration videos on Youtube (PDVY) as physics learning media. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v18i1.26723>
- Kiruki, B. W., & Mutula, S. M. (2021). Accessibility and usability of library websites to students with visual and physical disabilities in public universities in Kenya. *International Journal of Knowledge Content Development & Technology*, 11(2), 55–75.
- Laksmi, N. K. P., Yasa, I. K. A., & Mirayani, K. A. M. (2021). THE USE OF ANIMATION VIDEO AS LEARNING MEDIA FOR YOUNG LEARNERS TO IMPROVE EFL STUDENTS’ MOTIVATION IN LEARNING ENGLISH. *Lingua*, 17(1), 42–52.
- Latifi, S., Noroozi, O., & Talaei, E. (2021). Peer feedback or peer feedforward? Enhancing students’ argumentative peer learning processes and outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 52(2), 768–784.
- Liando, N. V. F., Tatipang, D. P., Tamboto, G., Poluan, M., & Manuas, M. (2022). Pictures as a learning media in teaching vocabulary. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(3), 1944–1949.
- Liu, C.-Y., Wu, C.-J., Chiou, G.-L., & Wong, W.-K. (2022). A Tool of Technology-Based Laboratory Enabled Students to Precisely Describe Scientific Phenomena. *Journal of Baltic Science Education*, 21(3), 495–512.
- Lubis, L. H., Febriani, B., Yana, R. F., Azhar, A., & Darajat, M. (2023). The use of learning media and its effect on improving the quality of student learning outcomes. *International Journal Of Education, Social Studies, And Management (IJESSM)*, 3(2), 7–14.
- Maharani, D. S., & Fathurrahman, M. (2025). Development of an PBL-Based Augmented Reality Media for Enhanced Social and Natural Science Learning Outcomes in Elementary School Students. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 15(1), 360–374.
- McLure, F., Won, M., & Treagust, D. F. (2022). Analysis of students’ diagrams explaining scientific phenomena. *Research in Science Education*, 52(4), 1225–1241.
- Morris, R., Perry, T., & Wardle, L. (2021). Formative assessment and feedback for learning in higher education: A systematic review. *Review of Education*, 9(3), e3292.
- Nguyen, P. N. T., & Power, J. (2024). Online learning readiness in secondary education: validating the Online Learning Readiness Scale and examining the impact role of ICT familiarity. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 20(2), 1–8.
- Paling, S., Makmur, A., Albar, M., Susetyo, A. M., Putra, Y. W. S., Rajiman, W., Djamilah, S., Suhendi, H. Y., & Irvani, A. I. (2024). *Media Pembelajaran Digital*. TOHAR MEDIA.

- Puspitasari, R., & Mufit, F. (2021). Conditions of learning physics and students' understanding of the concept of motion during the covid-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1876(1), 12045.
- Resbiantoro, G., & Setiani, R. (2022). A Review of Misconception in Physics: The Diagnosis, Causes, and Remediation. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 403–427.
- Sadidah, A., & Irvani, A. I. (2021). Analisis Penggunaan Simulasi Interaktif dalam Pembelajaran pada Topik Hukum Coulomb. *JURNAL Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 1(2), 69–74. <https://doi.org/10.52434/JPIF.V1I2.1508>
- Scavarelli, A., Arya, A., & Teather, R. J. (2021). Virtual reality and augmented reality in social learning spaces: a literature review. *Virtual reality*, 25(1), 257–277.
- Stenseth, H. V., Steindal, S. A., Solberg, M. T., Ølnes, M. A., Sørensen, A. L., Strandell-Laine, C., Olaussen, C., Farsjø Aure, C., Pedersen, I., & Zlamal, J. (2025). Simulation-based learning supported by technology to enhance critical thinking in nursing students: scoping review. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e58744.
- Sulastri, H. P., Irvani, A. I., & Warliani, R. (2024). PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL FISIKA BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PjBL) DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 97–111. <https://doi.org/10.37478/optika.v8i1.3696>
- Tai, N.-C. (2023). Applications of augmented reality and virtual reality on computer-assisted teaching for analytical sketching of architectural scene and construction. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 22(3), 1664–1681.
- Thakar, V., Thakar, R., & Vyas, P. (2024). Investigation on Understanding the Numeracy Capacity of Intellectual Disabled Students using Enabling Technology Tools: Web Application, AR and UI/UX. *Journal of Informatics and Web Engineering*, 3(3), 176–189.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*.
- Tuma, F. (2021). The use of educational technology for interactive teaching in lectures. *Annals of Medicine and Surgery*, 62, 231–235.
- Ulfa, S., Irvani, A. I., & Warliani, R. (2024). Pengembangan Modul Ajar Fisika Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*, 7(1), 51–59. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i1.562>
- Uwambajimana, S., Minani, E., Mollel, A. D., & Nyirahabimana, P. (2023). The impact of using PhET simulation on conceptual understanding of electrostatics within selected secondary schools of Muhanga District, Rwanda. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 3(2), 1–9.
- Yeung, K. L., Carpenter, S. K., & Corral, D. (2021). A comprehensive review of educational technology on objective learning outcomes in academic contexts. *Educational psychology review*, 1–48.
- Yu, Z., Yu, L., Xu, Q., Xu, W., & Wu, P. (2022). Effects of mobile learning technologies and social media tools on student engagement and learning outcomes of English learning. *Technology, Pedagogy and Education*, 31(3), 381–398.
- Zaini, A. W., Susilawati, S., & Astuti, R. N. (2022). Improving student learning outcomes through the development of Videoscribe Sparkol-based learning media. *Jurnal At-Tarbiyat: Jurnal Pendidikan Islam*, 5(3).
- Zarvianti, E., & Sahida, D. (2020). Designing Comics By Using Problem Based Learning (PBL) to Improve Student's Creative Thinking Skills. *International Journal of Social Learning*

(*IJSL*), 1(1), 75–88. <https://doi.org/10.47134/ijsl.v1i1.8>

Zulfiqar, F., Raza, R., Khan, M. O., Arif, M., Alvi, A., & Alam, T. (2023). Augmented reality and its applications in education: A systematic survey. *IEEE Access*, 11, 143250–143271.