

Analisis Validitas EMAR-(E-Module Augmented Reality Stationary) WAVE sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA

Radika Septi Pradani¹, Imam Sucahyo², dan Oka Saputra³

^{1,2,3} Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia)

* Email: radika.22107@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital mendorong perlunya inovasi media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep fisika abstrak serta memfasilitasi kemampuan berpikir kritis peserta didik. Materi gelombang stasioner merupakan salah satu materi fisika yang memiliki tingkat abstraksi tinggi sehingga memerlukan media pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis validitas EMAR-(E-Module Augmented Reality Stationary) WAVE berbasis Deep Learning sebagai media pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner untuk peserta didik SMA. Produk yang dikembangkan berupa e-modul digital interaktif yang mengintegrasikan materi pembelajaran, visualisasi berbasis Augmented Reality, video pembelajaran, simulasi PhET, latihan soal berbasis indikator kemampuan berpikir kritis Ennis, serta kegiatan refleksi pembelajaran. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development) menggunakan model ADDIE yang dilaksanakan hingga tahap development. Validasi produk dilakukan oleh tiga validator ahli yang terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika dan satu guru fisika SMA. Instrumen penelitian berupa lembar validasi menggunakan skala Likert empat tingkat yang mencakup aspek materi, penyajian, bahasa, visual, integrasi Augmented Reality, dan kemudahan penggunaan. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EMAR-WAVE memperoleh nilai validitas rata-rata sebesar 90,27% dengan kategori sangat valid. Persentase validitas pada aspek materi sebesar 89,58%, penyajian 86,46%, bahasa 95,00%, visual 90,28%, integrasi Augmented Reality 90,00%, dan kemudahan penggunaan 91,67%, sehingga seluruh aspek memenuhi kriteria sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa EMAR-WAVE layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner setelah dilakukan penyempurnaan berdasarkan masukan validator. Temuan ini mengimplikasikan bahwa integrasi e-modul, teknologi Augmented Reality, dan pendekatan Deep Learning dapat menjadi alternatif solusi bagi guru fisika dalam mengatasi keterbatasan visualisasi konsep abstrak, khususnya pada materi gelombang stasioner, sekaligus menjadi acuan bagi pengembang media pembelajaran lain dalam merancang produk sejenis pada materi fisika abstrak lainnya. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji kepraktisan dan efektivitas media dalam pembelajaran.

Kata kunci: augmented reality; deep learning; e-modul; gelombang stasioner.

Validity Analysis of EMAR (Stationary Augmented Reality E-Module) WAVE as a Learning Medium to Enhance the Critical Thinking Skills of High School Students

Abstract

The rapid development of digital technology has encouraged the integration of innovative learning media capable of visualising abstract physics concepts while fostering students' critical thinking skills. Stationary waves are among the most abstract topics in physics, requiring interactive and contextual learning media to facilitate conceptual understanding. This study aimed to analyse the validity of EMAR-WAVE (E-Module Augmented Reality Stationary Wave) based on the Deep Learning approach as a physics learning medium for teaching stationary waves to senior high school students. The developed product is an interactive digital e-module that integrates instructional content, Augmented Reality-based visualisation, learning videos, PhET simulations,

practice questions based on Ennis's critical thinking indicators, and learning reflection activities. This study employed a Research and Development (R&D) design using the ADDIE model and was conducted up to the development stage. The product was validated by three expert validators consisting of two physics education lecturers and one senior high school physics teacher. The validation instrument employed a four-point Likert scale covering the aspects of content, presentation, language, visual design, Augmented Reality integration, and usability. The data were analysed descriptively using percentage analysis. The findings revealed that EMAR-WAVE achieved an overall validity score of 90.27%, categorised as highly valid. The validity scores for each aspect were 89.58% for content, 86.46% for presentation, 95.00% for language, 90.28% for visual design, 90.00% for Augmented Reality integration, and 91.67% for usability, indicating that all aspects met the criteria for a highly valid learning medium. These findings demonstrate that EMAR-WAVE is suitable for use as a physics learning medium on stationary waves after revisions based on the validators' recommendations. These findings imply that the integration of e-modules, Augmented Reality technology, and the Deep Learning approach can serve as an alternative solution for physics teachers in overcoming the limitations of visualising abstract concepts, particularly in the topic of stationary waves, while also serving as a reference for other media developers in designing similar products for other abstract physics topics. Future studies are recommended to investigate the practicality and effectiveness of the developed media in classroom implementation.

Keywords: *augmented reality; deep learning; e-module; stationary wave.*

Histori Naskah

Diserahkan: 28 Juni 2026

Direvisi: 20 Agustus 2026

Diterima: 22 Agustus 2026

How to cite:

Pradani, R.S., Sucahyo, I., and Saputra, O. (2026). Analisis Validitas EMAR-(E-Module Augmented Reality Stationary) WAVE sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, **15**(1), 76-86. DOI: <https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx>.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada abad ke-21 telah mengubah paradigma pembelajaran menjadi lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak lagi sekadar menjadi pelengkap, tetapi menjadi kebutuhan untuk mendukung proses belajar yang sesuai dengan karakteristik generasi digital (Ummah & Nadlir, 2023). Pemanfaatan media pembelajaran digital mampu membantu peserta didik memvisualisasikan konsep abstrak, meningkatkan motivasi belajar, serta memfasilitasi pembelajaran mandiri sehingga proses konstruksi pengetahuan berlangsung lebih bermakna. Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa media digital, termasuk teknologi Augmented Reality (AR), berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan peserta didik, pemahaman konsep, dan capaian akademik dibandingkan pembelajaran konvensional (Rahma et al., 2026). Kondisi tersebut sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pemanfaatan teknologi untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21, terutama kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Apriliana et al., 2026).

Meskipun demikian, implementasi media digital dalam pembelajaran fisika masih belum optimal. Pembelajaran fisika idealnya memanfaatkan media yang mampu menyajikan konsep secara visual dan interaktif sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman konseptual secara lebih bermakna (Andani et al., 2023). Namun, pembelajaran di berbagai sekolah masih didominasi pendekatan konvensional sehingga peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak (Fadhilah et al., 2025). Padahal, penggunaan media pembelajaran digital terbukti dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik sekaligus mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Sriyani et al., 2023).

Permasalahan tersebut juga ditemukan pada pembelajaran fisika di SMAN 1 Gedeg, khususnya pada materi gelombang stasioner. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru fisika, proses

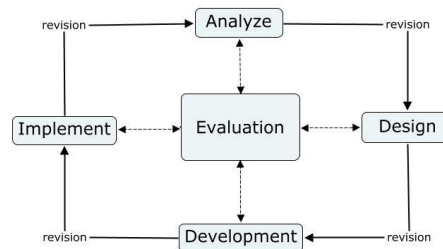
pembelajaran masih didominasi oleh penyampaian materi melalui metode ceramah yang dipadukan dengan penggunaan buku ajar dan presentasi sederhana. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik lebih banyak menerima informasi daripada membangun pemahaman konsep melalui proses eksplorasi dan penemuan. Akibatnya, peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak, seperti proses terbentuknya gelombang stasioner, letak simpul dan perut gelombang, serta hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan cepat rambat gelombang (Damayanti et al., 2023). Kesulitan tersebut berdampak pada rendahnya kemampuan peserta didik dalam menganalisis permasalahan fisika, menghubungkan konsep dengan fenomena nyata, serta menyusun alasan ilmiah berdasarkan bukti (Rusilowati et al., 2023). Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil pra-penelitian yang dilakukan terhadap peserta didik kelas XII SMAN 1 Gedeg menggunakan instrumen kemampuan berpikir kritis berdasarkan lima indikator Ennis, yaitu elementary clarification, basic support, inference, advanced clarification, serta strategy and tactics. Hasil analisis menunjukkan bahwa capaian seluruh indikator masih berada di bawah 14%, dengan persentase berkisar antara 10,10% hingga 13,65%, sehingga mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih berada pada kategori rendah. Temuan tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya mampu memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis sesuai dengan tuntutan pembelajaran fisika abad ke-21 (Damayanti et al., 2023).

Karakteristik materi gelombang stasioner yang abstrak menuntut penggunaan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan fenomena fisika secara konkret (Putri et al., 2023). Salah satu teknologi yang berpotensi memenuhi kebutuhan tersebut adalah Augmented Reality, yang mampu menampilkan objek virtual tiga dimensi sehingga mempermudah pemahaman konsep (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2022). Di sisi lain, e-modul memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara mandiri melalui penyajian materi dan aktivitas interaktif (Lestari et al., 2023). Penerapan pendekatan Deep Learning juga mendorong peserta didik memahami konsep secara mendalam, mengaitkannya dengan konteks nyata, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Kemendikbudristek, 2024). Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini mengembangkan EMAR-WAVE (E-Module Augmented Reality Stationary Wave) yang mengintegrasikan e-modul, teknologi AR, dan pendekatan Deep Learning sebagai media pembelajaran pada materi gelombang stasioner.

Meskipun penelitian mengenai e-modul maupun Augmented Reality dalam pembelajaran fisika telah banyak dilakukan, pengembangan media yang mengintegrasikan e-modul, teknologi AR, dan pendekatan Deep Learning pada materi gelombang stasioner untuk mendukung kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA masih terbatas (Putri et al., 2023; Lestari et al., 2023). Sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran, media yang dikembangkan perlu memenuhi aspek validitas agar layak digunakan (Nieveen, 1999). Analisis validitas menjadi tahapan penting dalam penelitian pengembangan untuk memastikan bahwa produk telah memenuhi kriteria kelayakan dari aspek materi, media, bahasa, dan penyajian (Plomp, 2013). Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat validitas EMAR-WAVE (*E-Module Augmented Reality Stationary Wave*) berbasis *Deep Learning* ditinjau dari aspek materi, penyajian, bahasa, visual, integrasi *Augmented Reality*, dan kemudahan penggunaan sebagai media pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner untuk peserta didik SMA? Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis validitas EMAR-WAVE (*E-Module Augmented Reality Stationary Wave*) berbasis *Deep Learning* pada materi gelombang stasioner sebagai media pembelajaran fisika SMA.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development) yang bertujuan menghasilkan media pembelajaran EMAR-WAVE (E-Module Augmented Reality Stationary Wave) berbasis Deep Learning serta menganalisis tingkat validitas produk sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) karena menyediakan tahapan yang sistematis dan fleksibel dalam menghasilkan produk pembelajaran yang berkualitas (Branch, 2009). Meskipun penelitian dilaksanakan menggunakan lima tahapan ADDIE, artikel ini difokuskan pada tahap Development, yaitu tahap pengembangan dan validasi produk. Pembatasan ruang lingkup tersebut dilakukan karena tujuan penelitian ini adalah menganalisis tingkat validitas EMAR-WAVE sebagai salah satu indikator kualitas produk sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran (Nieveen, 1999). Berikut diagram tahapan penelitian dengan mode pengembangan ADDIE.



Gambar 1. Tahapan Penelitian ADDIE.

(Sumber: Syahid, Istiqomah, & Azwary, 2024).

Tahap Analysis dilakukan melalui analisis kebutuhan pembelajaran, analisis karakteristik peserta didik, analisis kurikulum, serta analisis materi gelombang stasioner sebagai dasar pengembangan media. Selanjutnya, pada tahap Design disusun rancangan produk yang meliputi struktur e-modul, desain antarmuka, penyusunan materi, integrasi teknologi Augmented Reality, penyusunan aktivitas pembelajaran berbasis Deep Learning, serta penyusunan instrumen validasi. Tahap Development dilakukan dengan merealisasikan rancangan menjadi produk EMAR-WAVE yang kemudian divalidasi oleh para ahli untuk memperoleh masukan dan saran perbaikan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar revisi sehingga diperoleh produk yang memenuhi kriteria kelayakan sebelum digunakan pada tahap implementasi (Branch, 2009).

Validasi produk dilakukan oleh tiga validator ahli yang terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika dan satu guru fisika SMA. Data penelitian dikumpulkan menggunakan lembar validasi yang disusun berdasarkan indikator penilaian media pembelajaran. Aspek yang dinilai meliputi aspek materi, aspek penyajian, aspek bahasa, aspek visual, aspek integrasi media Augmented Reality, dan aspek kemudahan penggunaan. Setiap indikator dinilai menggunakan skala Likert empat tingkat, yaitu skor 1 (sangat tidak sesuai), 2 (tidak sesuai), 3 (sesuai), dan 4 (sangat sesuai) (Likert, 1932). Selain memberikan skor kuantitatif, validator juga memberikan komentar dan saran sebagai dasar revisi untuk menyempurnakan kualitas produk sebelum diimplementasikan (Plomp, 2013).

Data hasil validasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase tingkat validitas dengan membandingkan jumlah skor yang diperoleh terhadap skor maksimum, kemudian dikalikan 100% (Akbar, 2013). Persentase validitas dihitung menggunakan Persamaan (1).

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

Keterangan: $\sum X$ = jumlah skor yang diperoleh dari seluruh validator
 $\sum X_{maks}$ = jumlah skor maksimum

Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori kevalidan sebagaimana terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Skor.

Persentase (%)	Kategori
81 – 100	Sangat Valid
61 – 80	Valid
41 – 60	Cukup Valid
21 – 40	Kurang Valid
0 – 20	Tidak Valid

Sumber: Akbar (2013).

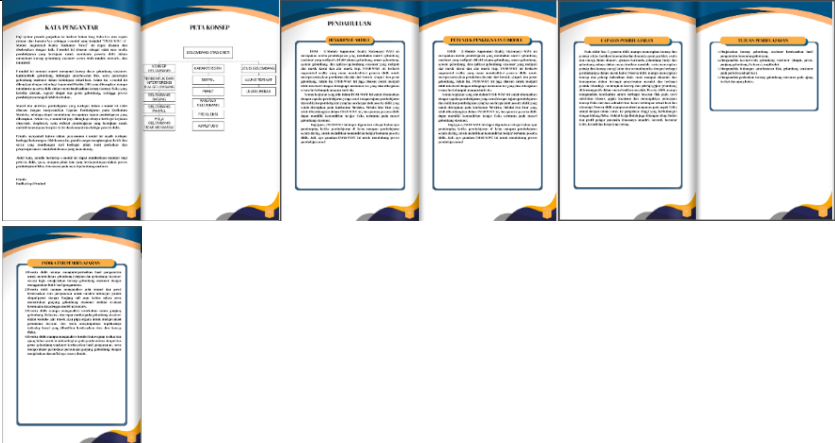
HASIL DAN PEMBAHASAN

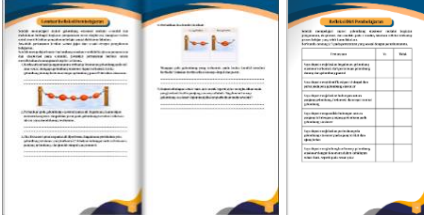
Tahap *Analysis* dalam pengembangan EMAR-WAVE dilakukan melalui analisis kebutuhan pembelajaran, analisis karakteristik peserta didik, analisis kurikulum, serta analisis materi gelombang stasioner. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner di SMAN 1 Gedeg masih didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan buku ajar tanpa visualisasi konsep yang memadai, sehingga peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep-konsep abstrak seperti proses terbentuknya gelombang stasioner, letak simpul dan perut gelombang, serta hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan cepat rambat gelombang. Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil pra-penelitian yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan lima indikator Ennis masih berada pada kategori rendah, dengan persentase capaian berkisar antara 10,10% hingga 13,65%. Analisis karakteristik

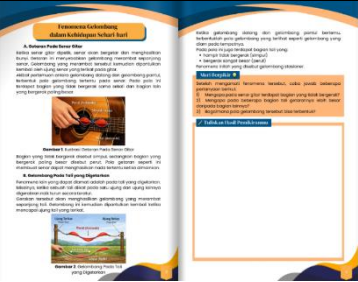
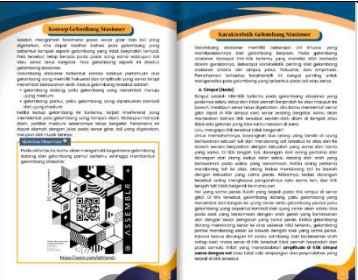
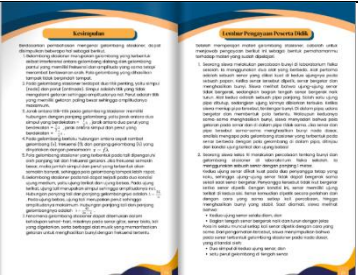
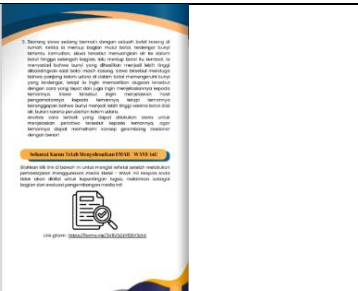
peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik SMA sebagai generasi digital cenderung lebih responsif terhadap media pembelajaran interaktif berbasis teknologi dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Sementara itu, analisis kurikulum menunjukkan bahwa implementasi Kurikulum Merdeka menuntut tersedianya media pembelajaran yang mampu memfasilitasi kompetensi abad ke-21, khususnya kemampuan berpikir kritis. Analisis materi menunjukkan bahwa gelombang stasioner memiliki karakteristik konsep yang abstrak sehingga memerlukan media visualisasi tiga dimensi agar peserta didik dapat memahami fenomena gelombang secara lebih konkret. Temuan-temuan pada tahap *Analysis* tersebut menjadi dasar dalam merancang produk EMAR-WAVE pada tahap *Design*.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, tahap *Design* dilakukan dengan menyusun rancangan produk EMAR-WAVE secara rinci, meliputi struktur e-modul, desain antarmuka, penyusunan materi, integrasi teknologi Augmented Reality, penyusunan aktivitas pembelajaran berbasis Deep Learning, serta penyusunan instrumen validasi. Struktur e-modul dirancang secara sistematis, meliputi (1) halaman sampul dan petunjuk penggunaan, (2) capaian pembelajaran dan peta konsep, (3) uraian materi gelombang stasioner yang diawali dengan fenomena kontekstual, (4) visualisasi objek tiga dimensi berbasis Augmented Reality, (5) video pembelajaran dan simulasi PhET, (6) latihan soal yang disusun berdasarkan lima indikator kemampuan berpikir kritis Ennis, serta (7) kegiatan refleksi pembelajaran pada setiap akhir subbab. Desain antarmuka dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan navigasi, konsistensi tata letak, serta kesesuaian pemilihan warna dan tipografi agar nyaman digunakan oleh peserta didik SMA. Pada tahap ini juga disusun instrumen validasi berupa lembar validasi ahli yang mencakup enam aspek penilaian, yaitu materi, penyajian, bahasa, visual, integrasi Augmented Reality, dan kemudahan penggunaan, menggunakan skala Likert empat tingkat. Rancangan yang telah disusun pada tahap *Design* selanjutnya direalisasikan menjadi produk pada tahap *Development*. Berikut tahapan rancangan akhir dari media EMAR-WAVE yang telah disesuaikan dengan kebutuhan analisis dan telaah dari dosen pembimbing.

Tabel 2. Rancangan akhir media EMAR-WAVE.

Keterangan	Desain Akhir
Pendahuluan EMAR – WAVE	 Deskripsi: pada bagian pendahuluan ini memuat beberapa aspek yaitu: 1)kata pengantar, 2)peta konsep, 3)deskripsi EMAR–WAVE, 4)petunjuk penggunaan EMAR–WAVE, 5)capaian pembelajaran, 6)tujuan pembelajaran, dan 7)indikator keberhasilan. Bagian ini bertujuan untuk mengenalkan media EMAR–WAVE kepada pembaca (peserta didik) sekaligus memetakan materi yang dibahas serta petunjuk penggunaan dari e-modul ini. Selain itu, peserta didik juga diperkenalkan terkait target pembelajaran yang dikemas dalam tujuan pembelajaran dan indikator keberhasilan setelah menggunakan media ini. Semua sudah dikonsepsi sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan tuntutan Kurikulum Merdeka sesuai jenjang pendidikan yaitu kelas XI SMA.

Keterangan	Desain Akhir
Isi atau materi dalam EMAR-WAVE	 Deskripsi: pada bagian isi atau materi ini mencakup sub bab yang akan dibahas yaitu 1)apersepsi, 2)fenome gelombang dalam kehidupan sehari-hari, 3)konsep gelombang stasioner, 4)aktivitas observasi, 5)karakteristik gelombang stasioner, 6)aktivitas eksplorasi, 7)hubungan antarbesaran fisis pada gelombang stasioner, 8)jenis gelombang stasioner, dan 9)kesimpulan. Setiap bab memuat materi yang telah disesuaikan dengan analisis kurikulum dan tuntutan pembelajaran untuk peserta didik kelas XI SMA. Adapun konten seperti apersepsi, aktivitas observasi, dan aktivitas ekplorasi dimasukkan untuk menunjang penalaran berpikir kritis peserta didik SMA. Aktivitas observasi dan eksplorasi menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> sebagai visualisasi gelombang stasioner.
Bagian penutup EMAR – WAVE	 Deskripsi: pada bagian akhir EMAR – WAVE terdapat Latihan soal berupa pengayaan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik setelah menggunakan media EMAR – WAVE pada materi gelombang stasioner. Soal pengayaan diberikan sebanyak 5 dengan tipe soal esai yang disesuaikan dengan indikator berpikir kritis dari (Ennis, 2011) dan melalui kajian kurikulum serta kebutuhan kemampuan peserta didik kelas XI SMAN 1 Gedeg. Selain itu, terdapat pula refleksi diri berupa pertanyaan sederhana dengan pilihan jawaban ya/tidak setelah menggunakan EMAR – WAVE. Refleksi ini bertujuan untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dan mengukur keefektifan penggunaan media terhadap hasil belajar.

Keterangan	Desain Akhir
Asesmen formatif pada setiap sub bab	 Deskripsi: asesmen formatif ini berada pada setiap sub bab yang dibahas dalam EMAR – WAVE. Asesmen ini bertujuan untuk <i>monitoring</i> proses belajar dan memberikan umpan balik terhadap pemahaman konsep. Asesmen formatif yang disertai pertanyaan terbuka mampu mendorong peserta didik untuk melakukan refleksi, analisis, dan evaluasi terhadap pengetahuannya sendiri, yang merupakan komponen utama berpikir kritis.
Aktivitas observasi berbantuan <i>augmented reality</i>	 Deskripsi: pada bagian ini, fungsi dari qr code tersebut sama dengan yang dijelaskan di Tabel 4.2.
Asesmen sumatif pada bagian akhir EMAR – WAVE	 Deskripsi: asesmen sumatif ini bertujuan untuk mengukur pemahaman peserta didik dalam selama pembelajaran menggunakan EMAR – WAVE. Instrumen pada asesmen ini telah direvisi dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik untuk mencapai indikator keberhasilan belajar dan tuntutan berpikir kritis. Asesmen sumatif yang telah direvisi ini berjumlah 5 soal dengan masing-masing soal adalah bagian dari indikator berpikir kritis Ennis.
Angket respon peserta didik sebagai <i>feedback</i> menggunakan EMAR – WAVE selama pembelajaran	 Deskripsi: angket respon peserta didik yang ada di dalam EMAR – WAVE bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik selama pembelajaran

Keterangan	Desain Akhir
	menggunakan media tersebut. Hasil ini nantinya akan dijadikan acuan untuk pengembangan EMAR – WAVE kedepannya.

Tahap Development dilakukan dengan merealisasikan rancangan yang telah disusun pada tahap Design menjadi produk EMAR-WAVE yang utuh, yaitu e-modul digital interaktif berbasis Deep Learning pada materi gelombang stasioner untuk peserta didik SMA. Produk yang telah direalisasikan selanjutnya divalidasi oleh tiga validator ahli, yang terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika dan satu guru fisika SMA, untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Penilaian dilakukan terhadap enam aspek, yaitu materi, penyajian, bahasa, visual, integrasi media Augmented Reality, dan kemudahan penggunaan. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Validasi EMAR-WAVE.

Aspek Penilaian	V1	V2	V3	Skor
Kelayakan isi atau materi	81,25%	100%	87,50%	89,58%
Kelayakan penyajian atau tampilan	81,25%	96,88%	81,25%	86,46%
Kelayakan penggunaan Bahasa	95%	100%	90%	95%
Desain tampilan media EMAR – WAVE	87,50%	100%	83,33%	90,28%
Kualitas visual dan ilustrasi	90%	100%	85%	91,67%
Integrasi media augmented reality	90%	95%	85%	90%
Kemudahan penggunaan media EMAR – WAVE	90%	95%	90%	91,67%
Skor rata-rata				90,27%

Berdasarkan Tabel 3, EMAR-WAVE memperoleh persentase validitas rata-rata sebesar 90,27%, sehingga termasuk dalam kategori sangat valid. Aspek bahasa memperoleh persentase tertinggi sebesar 95,00%, sedangkan aspek penyajian memperoleh persentase terendah sebesar 86,46%. Meskipun demikian, seluruh aspek memperoleh persentase di atas 81%, sehingga seluruh komponen media dinyatakan sangat valid dan layak digunakan. Selama proses validasi, para validator juga memberikan beberapa saran penyempurnaan, seperti perbaikan redaksi pada beberapa bagian materi, penyempurnaan tata letak tampilan, dan penyempurnaan petunjuk penggunaan media. Seluruh masukan tersebut digunakan sebagai dasar revisi sehingga dihasilkan EMAR-WAVE yang lebih optimal sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran.

Hasil validasi menunjukkan bahwa EMAR-WAVE (E-Module Augmented Reality Stationary Wave) berbasis Deep Learning memperoleh persentase validitas sebesar 90,27%, sehingga termasuk dalam kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan pada aspek materi, penyajian, bahasa, visual, integrasi Augmented Reality (AR), dan kemudahan penggunaan. Tingginya tingkat validitas mengindikasikan bahwa setiap komponen media telah disusun secara sistematis dan sesuai dengan tujuan pembelajaran serta karakteristik peserta didik. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Rahmi dan Mufit, 2025) yang menyatakan bahwa media pembelajaran dinyatakan valid apabila memenuhi kesesuaian isi, desain pembelajaran, dan karakteristik pengguna sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Tingkat validitas yang tinggi tidak hanya menunjukkan bahwa EMAR-WAVE layak digunakan, tetapi juga mencerminkan keberhasilan pengembang dalam mengintegrasikan berbagai komponen pembelajaran ke dalam satu media yang utuh. EMAR-WAVE mengombinasikan materi pembelajaran, fenomena kontekstual, aktivitas berbasis Deep Learning, video pembelajaran, simulasi PhET, visualisasi berbasis Augmented Reality, serta latihan berpikir kritis sehingga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa e-modul interaktif yang mengintegrasikan multimedia dan aktivitas pembelajaran secara sistematis cenderung memiliki tingkat validitas yang tinggi karena mampu memenuhi aspek isi, desain, dan fungsi media secara bersamaan (Cahyani et al., 2026).

Selain menghasilkan skor validitas yang tinggi, proses validasi juga memberikan berbagai masukan untuk menyempurnakan produk, seperti perbaikan redaksi materi, penyesuaian tata letak, dan penyempurnaan petunjuk penggunaan media. Masukan tersebut digunakan sebagai dasar revisi sehingga menghasilkan produk yang lebih optimal sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa validasi

tidak hanya berfungsi untuk menentukan kategori kelayakan produk, tetapi juga sebagai proses penyempurnaan agar media yang dikembangkan semakin sesuai dengan kebutuhan pengguna (Plomp, 2013).

Aspek kualitas isi pembelajaran pada EMAR-WAVE meliputi aspek materi, penyajian, dan bahasa yang masing-masing memperoleh persentase validitas sebesar 89,58%, 86,46%, dan 95,00%. Seluruh aspek tersebut berada pada kategori sangat valid, yang menunjukkan bahwa isi media telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari segi substansi materi maupun cara penyampaiannya. Tingginya nilai validitas tersebut mengindikasikan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran, disusun secara sistematis, serta menggunakan bahasa yang komunikatif sehingga mampu mendukung proses belajar peserta didik secara optimal. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Rahmi dan Mufit, 2025) yang menyatakan bahwa kualitas isi merupakan salah satu indikator utama dalam menentukan validitas media pembelajaran karena berkaitan langsung dengan ketepatan konsep, organisasi materi, dan keterampilan peserta didik.

Tingginya validitas pada aspek materi menunjukkan bahwa penyusunan konten dalam EMAR-WAVE telah mempertimbangkan karakteristik materi gelombang stasioner yang bersifat abstrak. Materi tidak hanya disajikan dalam bentuk uraian konsep dan persamaan matematis, tetapi diawali dengan fenomena kontekstual yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, kemudian dilanjutkan dengan visualisasi konsep, contoh penerapan, serta latihan yang mengarahkan peserta didik untuk menganalisis hubungan antarkonsep. Penyajian tersebut memungkinkan peserta didik membangun pemahaman secara bertahap, mulai dari mengamati fenomena hingga menarik kesimpulan berdasarkan konsep fisika yang dipelajari. Pendekatan seperti ini sejalan dengan prinsip Deep Learning yang menekankan pembelajaran bermakna melalui proses menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman nyata sehingga pemahaman peserta didik menjadi lebih mendalam (Kemendikdasmen, 2024). Penelitian (Cahyani et al., 2026) juga melaporkan bahwa e-modul yang menyajikan materi secara kontekstual dan terstruktur memperoleh tingkat validitas yang tinggi karena mampu membantu peserta didik memahami konsep secara lebih sistematis.

Meskipun memperoleh persentase paling rendah dibandingkan aspek lainnya (86,46%), aspek penyajian tetap berada pada kategori sangat valid. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistematika penyusunan EMAR-WAVE telah mampu memfasilitasi alur belajar yang runtut, mulai dari penyajian tujuan pembelajaran, peta konsep, materi, aktivitas pembelajaran, hingga evaluasi. Beberapa saran validator yang berkaitan dengan penyempurnaan tata letak dan konsistensi penyajian menunjukkan bahwa perbaikan lebih banyak ditujukan pada aspek teknis, bukan pada substansi media. Setelah dilakukan revisi, susunan setiap komponen menjadi lebih konsisten sehingga alur pembelajaran lebih mudah diikuti oleh peserta didik. Temuan ini memperkuat hasil penelitian (Andani et al., 2023) yang menyatakan bahwa penyajian media yang sistematis dan konsisten berpengaruh terhadap kemudahan peserta didik dalam mengikuti alur pembelajaran serta meningkatkan efektivitas penggunaan media digital.

Aspek bahasa memperoleh persentase tertinggi sebesar 95,00%, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam EMAR-WAVE dinilai sangat baik oleh para validator. Tingginya skor tersebut menunjukkan bahwa kalimat yang digunakan telah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, komunikatif, serta mudah dipahami oleh peserta didik SMA. Selain itu, penggunaan istilah fisika yang konsisten dan penjelasan konsep yang sederhana memungkinkan peserta didik memahami materi tanpa menimbulkan penafsiran ganda. Bahasa yang jelas dan komunikatif menjadi salah satu faktor penting dalam pengembangan media pembelajaran karena membantu peserta didik memusatkan perhatian pada konsep yang dipelajari, bukan pada kesulitan memahami redaksi materi. Hasil ini didukung oleh penelitian (Sriyani et al., 2023) yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa yang sederhana, komunikatif, dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik berkontribusi terhadap meningkatnya keterbacaan media pembelajaran dan efektivitas proses belajar.

Secara keseluruhan, tingginya validitas pada aspek materi, penyajian, dan bahasa menunjukkan bahwa EMAR-WAVE telah memenuhi prinsip kualitas isi pembelajaran yang baik. Keterpaduan antara penyajian materi yang sistematis, aktivitas pembelajaran berbasis Deep Learning, serta penggunaan bahasa yang komunikatif menjadikan media ini tidak hanya layak digunakan sebagai sumber belajar, tetapi juga mampu mendukung peserta didik dalam membangun pemahaman konseptual secara bertahap. Dengan demikian, kualitas isi pembelajaran menjadi salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap tingginya validitas EMAR-WAVE sebagai media pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi oleh tiga validator ahli, EMAR-WAVE (E-Module Augmented Reality Stationary Wave) berbasis Deep Learning terbukti valid sebagai media pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner untuk peserta didik SMA, dengan persentase validitas rata-rata sebesar 90,27% dan

termasuk kategori sangat valid. Seluruh aspek yang dinilai, yaitu materi (89,58%), penyajian (86,46%), bahasa (95,00%), visual (90,28%), integrasi Augmented Reality (90,00%), dan kemudahan penggunaan (91,67%), memenuhi kriteria kelayakan sehingga media dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran setelah dilakukan penyempurnaan berdasarkan masukan validator. Tingginya tingkat validitas menunjukkan bahwa integrasi e-modul, teknologi Augmented Reality, dan pendekatan Deep Learning mampu menghasilkan media pembelajaran yang sistematis, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran fisika pada materi gelombang stasioner. Oleh karena itu, EMAR-WAVE berpotensi menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang dapat mendukung pembelajaran fisika yang lebih bermakna serta memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Temuan ini mengimplikasikan bahwa guru fisika dapat memanfaatkan EMAR-WAVE sebagai alternatif media pembelajaran untuk mengatasi keterbatasan visualisasi konsep abstrak pada materi gelombang stasioner, sekaligus menjadi rujukan bagi peneliti maupun pengembang media pembelajaran lain dalam merancang produk sejenis yang mengintegrasikan e-modul, Augmented Reality, dan pendekatan Deep Learning pada materi fisika abstrak lainnya. Selain itu, tingginya validitas media ini juga berimplikasi pada perlunya kajian lanjutan mengenai dampaknya terhadap proses dan hasil belajar peserta didik secara nyata di kelas. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji kepraktisan dan efektivitas EMAR-WAVE melalui implementasi pada pembelajaran di kelas sehingga manfaat media terhadap peningkatan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis dapat dibuktikan secara empiris.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi S1 Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, atas dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada SMAN 1 Gedeg, khususnya kepala sekolah, guru fisika, peserta didik, serta para validator yang telah memberikan bantuan, kerja sama, dan masukan dalam proses pengembangan serta pengujian EMAR-(*E-Module Augmented Stationary*) WAVE sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

KONTRIBUSI PENULIS

Radika Septi Pradani: Conceptualization, Investigation, Data Curation, Resources, Writing-Original Draft; **Imam Suchyo:** Methodology, Validation, Writing – Review and Editing; **Oka Saputra:** Conceptualization, Methodology, Validation, Writing – Review and Editing. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, ChatGPT digunakan untuk *Brainstroming* ide, Grammarly untuk koreksi tata dan gaya bahasa, serta Scite untuk menganalisis konteks sitasi. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). Instrumen perangkat pembelajaran. PT Remaja Rosdakarya.
- Apriliana, S., Mahmada, S., & Ahtar, M. A. P. (2026). Merdeka Belajar di era digital: Strategi implementasi Kurikulum Merdeka untuk kompetensi abad 21. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11(2). <https://doi.org/10.23969/jp.v11i02.49968>

- Andani, S. R., Sari, S. Y., Akmam, A., & Sundari, P. D. (2023). The urgency of interactive learning media in improving students' physics learning outcomes. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2415–2419. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1814>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Cahyani, A., Nikmatillah, Z., Da Lopez, M. A., Gunawan, G., & Nisrina, N. (2026). Effectiveness and characteristics of interactive e-modules in physics learning in the Merdeka Curriculum: A systematic literature review (2022–2025). *Indonesian Journal of Innovation and Educational Technology*, 1(1), 47–56.
- Damayanti, E. D., Suwarma, I. R., & Muslim. (2023). The influence of STEM-based physics module to enhance critical thinking skills. *Unnes Science Education Journal*, 12(3). <https://doi.org/10.15294/usej.v12i3.72443>
- Fadhilah, J., Anggraeni, D. E., Akmaludin, J., Ikhsan, M., Cantika, M., & Pratiwi, R. H. (2025). Pengaruh media pembelajaran berbasis teknologi dalam pembelajaran fisika SMA. *Jurnal Dinamika Pendidikan*. <https://doi.org/10.64540/psx1sk85>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2022). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(2), 123–138. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3145123>
- Kemendikbudristek. (2024). *Naskah akademik pembelajaran mendalam (Deep Learning)*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Lestari, D. A., Nulhakim, L., & Setiawan, A. (2023). Pengembangan e-modul interaktif berbasis flipbook untuk meningkatkan kemandirian dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6357–6365.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. van den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 125–135). Kluwer Academic Publishers.
- Plomp, T. (2013). *Educational design research: An introduction*. Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Putri, N. A., Wiyanto, W., & Ellianawati, E. (2023). Development of augmented reality learning media to improve students' conceptual understanding of physics. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 3562–3571.
- Rahma, H., Armaidi, I. E., Yusuf, A., Kurniawan, E., Ngabiyanto, Sholeh, M., & Raharjo, T. J. (2026). Analisis efektivitas media pembelajaran berbasis digital terhadap minat belajar dan capaian akademik siswa sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(2). <https://doi.org/10.23969/jp.v11i02.45640>
- Rahmi, Z., & Mufit, F. (2025). Design and validity of e-modules based on cognitive conflict in measurement materials for Grade X Senior High School/Madrasah Aliyah. *Physics Learning and Education*, 3(4).
- Rusilowati, A., Negoro, R. A., Aji, M. P., & Subali, B. (2023). Development of waves critical thinking test: Physics essay test for high school student. *European Journal of Educational Research*, 12(4), 1781–1794. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1781>
- Sari, D. P., Yulkifli, Y., & Asrizal, A. (2024). Interactive digital learning media in physics learning: Its effect on conceptual understanding and student engagement. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(2), 1045–1055.
- Sriyani, D., Koto, I., Defianti, A., Sakti, I., & Uliyandari, M. (2023). The effect of interactive learning media on students' conceptual understanding. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 8(2), 111–124. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v8i2.27705>
- Syahid, I. M., Istiqomah, N. A., & Azwary, K. (2024). Model Addie Dan Assure Dalam Pengembangan Media Pembelajaran. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2 (5) 258-268.
- Ummah, D. N., & Nadlir. (2023). Kurikulum Merdeka dan integrasi media pembelajaran berbasis digital pada jenjang SD/MI. *Elementeris: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar Islam*, 5(1). <https://doi.org/10.33474/elementeris.v5i1.18907>