

Inovasi E-Multimedia Interaktif Fisika Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Literasi dan Keterampilan Abad 21

Widya¹, Zainul Mujtahid^{2*}, Amam Taufiq Hidayat³, Agus Muliaman⁴

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.

^{2,3} Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.

⁴ Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.

Received: 23 October 2024
Revised: 19 December 2024
Accepted: 21 December 2024

Corresponding Author:
Zainul Mujtahid
zainul@unimal.ac.id

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:
<https://doi.org/10.29408/kpj.v6i2.27890>

Abstract: This research aims to develop an Interactive Physics E-Multimedia based on STEM Education to enhance students' scientific literacy and 21st-century skills, including communication, collaboration, critical thinking, and creativity. The study follows a Research and Development (R&D) method with three stages: analysis and exploration, design and construction, as well as evaluation and reflection. The product trials were conducted with 11th-grade students at SMA Negeri 1 Lhokseumawe. The findings reveal that the use of interactive E-multimedia is effective in improving students' understanding, with an average post-test score of 80.4 compared to a pre-test score of only 35.2. Expert validation indicates that the product is suitable for use, with an average score of 85 for content, 82.85 for construction, and 80 for design. The product's practicality was also rated highly by both students and teachers, with an average score of 4.09 out of 5. Additionally, students showed strong interest in the interactive and easily accessible digital learning media. Thus, the STEM-based interactive physics E-multimedia is effective in enhancing scientific literacy and 21st-century skills, making it a valuable tool for supporting self-directed learning.

Keywords: Interactive E-Multimedia; STEM Education; Literacy; 21st-Century Skills.

Pendahuluan

Kualitas sumber daya manusia (SDM) di suatu negara berbanding lurus dengan kualitas pendidikannya (Ridwan, 2016). Pendidikan yang berkualitas akan menghasilkan generasi penerus bangsa yang berkualitas, berkarakter, dan berdaya saing. Penyempurnaan kurikulum menjadi Kurikulum Merdeka dilakukan pemerintah untuk memperbaiki kualitas pendidikan nasional (Ardianti & Amalia, 2022). Kurikulum Merdeka berfokus pada kebebasan dan pemikiran kreatif, sehingga memungkinkan siswa belajar dengan tenang dan menyenangkan agar dapat menunjukkan bakat alaminya (Rahayu et al., 2022). Kurikulum Merdeka bertujuan menyiapkan generasi bangsa yang memiliki kemampuan literasi dan keterampilan abad 21 agar bersaing secara global (F. P. Sari et al., 2023).

Guru sebagai fasilitator diharapkan mampu mengembangkan bahan ajar atau media pembelajaran

yang dapat meningkatkan literasi siswa dan keterampilan abad 21 (Lince, 2022). Multimedia interaktif berbasis teknologi, seperti E-multimedia, merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan. E-multimedia interaktif berbasis digital memuat berbagai media (audio, video, teks, animasi) yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja, memungkinkan siswa belajar secara mandiri (Fitri et al., 2023; Indariani et al., 2019). Namun, ketersediaan E-multimedia interaktif di sekolah masih terbatas, sehingga peluang siswa untuk mengakses sumber belajar ini sangat kecil (Pramuji et al., 2020).

Literasi siswa Indonesia masih rendah, terlihat dari skor PISA 2018 yang menunjukkan rata-rata literasi siswa Indonesia hanya sebesar 371, jauh di bawah rata-rata global sebesar 500 (D. A. K. Sari & Setiawan, 2023). Selain itu, penelitian Zulaiha dan Meisadewi (2022) menemukan bahwa 83% siswa SMA memiliki kemampuan literasi sains yang sangat rendah.

How to Cite:

Widya, W., Mujtahid, Z., Hidayat, A. T., & Muliaman, A. (2024). Inovasi E-Multimedia Interaktif Fisika Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Literasi dan Keterampilan Abad 21. *Kappa Journal*, 8(3), 411-420. <https://doi.org/10.29408/kpj.v6i2.27890>

Keterampilan abad 21 (kreatif, kritis, kolaboratif, dan komunikatif) siswa Indonesia juga masih rendah, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Aliftika et al. (2022). Jika kondisi ini terus berlangsung, generasi penerus bangsa berisiko tidak mampu bersaing di tingkat global (Hidayatullah et al., 2021).

Dalam menghadapi permasalahan tersebut, pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) *Education* dapat digunakan. STEM *Education* memberikan pengalaman belajar yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, serta mendorong siswa menjadi inovator dan mandiri (M. Sari et al., 2022; Widya et al., 2019). Model ini memungkinkan siswa untuk merasakan pembelajaran terapan dan nyata, sehingga meningkatkan keterampilan ilmiah mereka (Cahyani et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-multimedia interaktif berbasis STEM *Education* untuk meningkatkan literasi dan keterampilan abad 21 siswa. Metode penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan tiga tahapan utama: analisis dan eksplorasi, desain dan konstruksi, serta evaluasi dan refleksi. Populasi penelitian adalah siswa kelas XI SMA Negeri 1 Lhokseumawe, dengan data diperoleh melalui angket berbasis skala Likert, wawancara, dan tes literasi. Data dianalisis untuk mengukur validitas, kepraktisan, dan efektivitas E-multimedia interaktif yang dikembangkan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif pembelajaran yang mendukung penguasaan literasi sains dan keterampilan abad 21.

Metode

Jenis penelitian ini adalah *research and development* (R&D). Metode pengembangan yang digunakan adalah *Educational Design Research* (EDR). Penelitian ini dirancang untuk mengembangkan E-multimedia interaktif fisika berbasis STEM *Education* guna meningkatkan literasi dan keterampilan abad 21 siswa. Diadaptasi dari McKenney & Reeves (2021), metode pengembangan memiliki tiga tahapan utama, yaitu:

1. Analisis dan Eksplorasi (*Analysis and Exploration*): Fokus pada analisis standar kompetensi lulusan, tuntutan Kurikulum Merdeka, serta literatur terkait E-multimedia interaktif, STEM *Education*, literasi, dan keterampilan abad 21.
2. Desain dan Konstruksi (*Design and Construction*): Tahapan ini mencakup pengkajian materi, penyusunan kerangka umum E-multimedia, validasi awal oleh ahli, konstruksi produk, dan validasi akhir untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran.

3. Evaluasi dan Refleksi (*Evaluation and Reflection*): Uji coba produk dilakukan pada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Lhokseumawe. Evaluasi mencakup penilaian kepraktisan melalui kuesioner dan uji efektivitas untuk mengukur peningkatan literasi dan keterampilan abad 21.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Lembar analisis untuk studi literatur.
2. Daftar pertanyaan wawancara untuk guru dan siswa.
3. Angket validasi untuk uji kelayakan isi, desain, dan konstruksi E-multimedia.
4. Angket praktikalitas untuk menilai kemudahan penggunaan oleh guru dan siswa.
5. Soal tes untuk mengukur literasi dan keterampilan abad 21 siswa

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah: Validitas/Uji Kelayakan dan Kepraktisan menggunakan angket. Angket yang akan dikembangkan mengacu pada skala Likert, kemudian dikonversi menjadi nilai dengan rumus berikut:

$$P = \frac{S}{N} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Persentase Ideal,

S = Jumlah komponen hasil penelitian,

N = Jumlah skor maksimum

Selanjutnya kriteria pencapaian ditetapkan berdasarkan standar yang harus dipenuhi oleh produk E-multimedia interaktif fisika berbasis STEM, baik dari segi kelayakan isi, desain, maupun fungsionalitasnya dalam membangun literasi dan keterampilan abad 21 siswa. Kualifikasi hasil validasi mencakup penilaian para ahli terhadap kesesuaian rancangan dan konstruksi, sementara uji kepraktisan melibatkan penilaian pengguna, yakni guru dan siswa, mengenai kemudahan penggunaan serta efektivitas dalam pembelajaran. Hasil dari kedua uji ini akan memberikan gambaran yang jelas tentang kualitas produk serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Berikut adalah kriteria pencapaian dan kualifikasi hasil validasi dan uji kepraktisan

Tabel 1: Kriteria Hasil Uji Kelayakan dan Praktikalitas

Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi	Keterangan
81 - 100%	Sangat Baik	Sangat layak, tidak revisi
61 - 80%	Baik	Layak, dengan dan atau tidak revisi
41 - 60%	Cuku Baik	Cukup layak, perlu revisi
21 - 40%	Kurang Baik	Kurang layak, perlu revisi
< 20%	Sangat Kurang Baik	Sangat kurang layak, perlu revisi

Dimodifikasi dari Suharsimi Arikunto (Arikunto, 2010).

Uji efektivitas digunakan untuk melihat apakah ada peningkatan Kemampuan Literasi dan Keterampilan Abad 21 siswa setelah menggunakan E-multimedia Interaktif Fisika Berbasis *STEM Education*. Analisis menggunakan N-Gain:

$$NGain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \quad (2)$$

Keterangan: Ngain menyatakan nilai uji normalitas gain, Spost menyatakan skor posttest, Spre menyatakan skor pretest, dan Smax mentakan nilai maksimal. Adapun kriteria keefektivan yang terinterpretasi dari nilai normalitas gain menurut Meltzer dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2: Klasifikasi nilai normalitas gain

Nilai N Gain	Kriteria Efektivitas
$0,70 \leq n \leq 1$	Tinggi
$0,30 \leq n < 0,70$	Sedang
$0,00 \leq n < 0,30$	Rendah

Sumber: (Oktavia et al., 2019)

Hasil dan Pembahasan

Analisis dan Eksplorasi (*Analysis and Exploration*),

Tahapan pertama yang dilakukan yaitu analisis studi literatur terhadap penelitian relevan untuk memperkuat landasan pengembangan E-multimedia interaktif berbasis *STEM Education*. (Fuadi et al., 2020) menyatakan bahwa salah satu faktor penyebab rendahnya literasi sains siswa adalah pemilihan buku ajar dan pembelajaran yang tidak kontekstual. Lebih lanjut, penelitian (Herdiana et al., 2021) yang dilakukan memaparkan bahwa perlunya dilakukan pengembangan e-modul IPA berbasis inkuiri dengan memanfaatkan sumber belajar potensi lokal untuk meningkatkan literasi sains siswa.

Penelitian yang dilakukan Zulqadri & Nurgiyantoro (2023) mengungkapkan bahwa produk E-multimedia interaktif berbasis web layak digunakan berdasarkan validasi dari ahli dan calon pengguna, serta efektif digunakan untuk meningkatkan literasi budaya. Lebih lanjut, (Maziyah & Pangestuti, 2021) juga

menyatakan bahwa e-modul berbasis outdoor education pada materi ekosistem mampu membangun kemampuan literasi sains siswa. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Cholifah & Novita, 2022) dimana hasil penelitian menyatakan pengembangan e-modul berbasis *outdoor education* mampu memberdayakan kemampuan literasi sains siswa kelas X SMA Islam NU Pujon pada materi ekosistem.

Siti Aisyah et al. (2023) juga menyatakan media pembelajaran interaktif Gembi dapat diterapkan pada pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi dan dapat meningkatkan kreativitas guru dalam menuangkan ide ide menariknya ketika menyampaikan materi Pelajaran. Lebih lanjut, (Maulidiyah et al., 2022) mengungkapkan penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis articulate storyline mampu menjadi solusi untuk meningkatkan keterampilan komunikasi di SMPN 11 Jember.

Pada kegiatan studi lapangan, dilakukan analisis kebutuhan berupa analisis studi literatur, analisis kebutuhan siswa, dan analisis hasil wawancara guru yang dapat dilihat di Widya et al (2024). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan siswa dan wawancara dengan guru, mayoritas siswa menunjukkan ketertarikan yang tinggi terhadap media pembelajaran digital yang interaktif dan mudah diakses kapan saja. Mereka menyukai media yang memuat animasi, audio, video, serta materi yang dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Siswa juga menginginkan media yang dapat meningkatkan kemampuan literasi sains dan keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas. Di sisi lain, guru mengungkapkan bahwa penggunaan buku paket saat ini kurang efektif karena tidak menarik minat siswa, yang lebih terbiasa dengan smartphone. Guru juga menghadapi kendala dalam mengembangkan media digital karena keterbatasan waktu dan kemampuan teknis. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan media pembelajaran berbasis STEM yang interaktif, praktis, dan relevan dengan kebutuhan siswa untuk meningkatkan motivasi belajar dan kompetensi abad 21.

Desain dan Konstruksi (*Design and Construction*)

Tahap Desain dan Konstruksi berfokus pada perancangan dan pengembangan E-multimedia interaktif berbasis *STEM Education*. Pada tahap ini, langkah pertama adalah mengkaji berbagai materi untuk memperoleh informasi yang relevan dengan pengembangan. Berdasarkan hasil kajian, dibuat kerangka umum E-multimedia yang menggambarkan konsep, struktur, dan fitur utama yang akan digunakan. Setelah itu, dilakukan validasi untuk menguji kelayakan kerangka tersebut, melibatkan ahli yang mengevaluasi

kelengkapan dan relevansi. Setelah dinyatakan layak, proses konstruksi E-multimedia dilaksanakan dengan menyusun konten, elemen interaktif, dan desain visual. Konstruksi ini kemudian diuji kembali melalui validasi untuk memastikan bahwa produk akhir sesuai dengan tujuan pengembangan, yakni membangun kemampuan literasi dan keterampilan abad 21 siswa.

A. Rancangan Kerangka E-Multimedia

E-multimedia interaktif berbasis STEM Education dikembangkan pada materi kinematika gerak lurus pada pembelajaran Fisika Kelas XI SMA. E-multimedia interaktif dikembangkan berbasis STEM Education. Kerangka E-multimedia dapat diakses di: <https://bit.ly/E-Multi2>. Adapun komponen desain dan konstruksi E-multimedia interaktif yakni: (1) Cover; (2) Pentunjuk Belajar Bagi Siswa dan Guru; (3) Informasi tentang STEM Education, Keterampilan Abad 21, dan Literasi Sains; (4) Capaian Pembelajaran; (5) Video Sambutan dari Tim Pengembang; (6) Tombol untuk Menuju Kegiatan Pembelajaran; dan (7) Bagian Isi Pembelajaran berupa Tujuan Pembelajaran, Pertanyaan Pemantik di setiap awal pembelajaran, Bahan Diskusi Siswa: umumnya disajikan dalam Video, Materi Pembelajaran, Informasi aktual terkait peristiwa yang berkaitan dengan materi (kinematika), Informasi Aktual terkait Materi Siswa, Percobaan Virtual, Percobaan Virtual, Project Sederhana, Contoh Soal, Latihan Soal, dan Kuis Interaktif di setiap akhir pembelajaran. Adapun tampilan desain produk E-multimedia yakni sebagai berikut:



Gambar 1: Tampilan E-Multimedia Interaktif Fisika

B. Uji Kelayakan Produk E-multimedia

a. Uji Validitas E-multimedia

Validasi E-multimedia Interaktif dilakukan melalui meminta penilaian dan saran dari akademisi/peneliti. Validasi meliputi beberapa aspek yaitu: validasi desain, validasi konstruk, validasi grafis dan validasi bahasa.

1) Validasi Isi

Pada gambar berikut ditampilkan hasil validasi E-multimedia interaktif untuk kategori kelayakan isi:



Gambar 2: Validasi Isi

Validasi isi dari gambar di atas meliputi: (1) Konten materi sesuai dengan tujuan pembelajaran (Skor: 80), ini menunjukkan bahwa materi umumnya telah memenuhi tujuan pembelajaran yang diharapkan; (2) Materi sesuai dengan kompetensi dasar yang diharapkan (Skor: 80), Materi juga sesuai dengan kompetensi dasar, namun tidak sepenuhnya optimal; (3) Materi sesuai dengan kebutuhan siswa dalam pembelajaran (Skor: 100): Materi sangat baik dalam memenuhi kebutuhan siswa; (4) Materi disajikan secara runtut dan logis (Skor: 80), penyajian materi sudah cukup baik dalam hal runtutan dan logika; (4) Materi mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap (Skor: 80), materi telah mencakup aspek-aspek penting ini; (5) Materi mampu menarik minat belajar siswa (Skor: 100), kemampuan materi dalam menarik minat siswa sangat tinggi, menunjukkan efektivitas metode atau isi pembelajaran yang menarik; (6) Materi sesuai dengan perkembangan teknologi terbaru (Skor: 80), materi sudah menyesuaikan dengan perkembangan teknologi; (7) Informasi tambahan meningkatkan literasi sains siswa (Skor: 80): Informasi tambahan cukup efektif dalam meningkatkan literasi sains. Secara keseluruhan, materi pembelajaran dinilai baik dengan skor rata-rata 85. Poin-poin terkuat berada pada kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa dan kemampuan menarik minat siswa. Namun, ada beberapa area, seperti penyusunan materi yang

lebih runtut dan logis, serta penyesuaian lebih lanjut terhadap perkembangan teknologi, yang perlu diperbaiki untuk mencapai hasil yang lebih optimal.

2) Validasi Konstruksi

Pada gambar berikut ditampilkan hasil validasi E-multimedia interaktif untuk kategori kelayakan konstruksi:

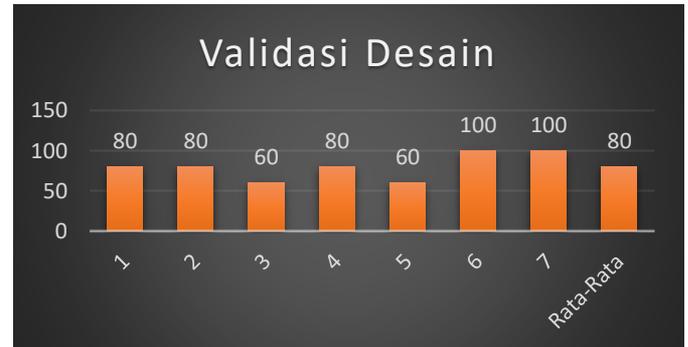


Gambar 3: Validasi Konstruk

Berikut adalah analisis terkait validasi aspek E-multimedia dalam pembelajaran: (1) Struktur E-multimedia sudah jelas dan mudah dipahami (Skor: 100): Struktur E-multimedia dinilai sangat baik, menunjukkan bahwa konten telah disusun dengan jelas dan mudah dipahami oleh pengguna; (2) Interaktivitas dalam E-multimedia sudah baik (Skor: 80), interaktivitas dalam E-multimedia dianggap memadai; (3) Alur penggunaan E-multimedia sesuai dengan logika pembelajaran (Skor: 80): Alur E-multimedia dianggap logis dan sesuai dengan proses pembelajaran; (4) Kegiatan interaktif membantu pemahaman siswa (Skor: 80): Kegiatan interaktif dinilai cukup membantu pemahaman siswa; (5) Konstruksi materi mendukung ketercapaian kompetensi siswa (Skor: 80), materi E-multimedia telah mendukung pencapaian kompetensi siswa; (6) Setiap elemen dalam E-multimedia mendukung satu sama lain (Skor: 80), koherensi antara elemen E-multimedia dinilai cukup baik; (7) Penggunaan E-multimedia sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran berbasis STEM (Skor: 80): Penggunaan E-multimedia sesuai dengan prinsip STEM. Secara keseluruhan, E-multimedia dalam pembelajaran ini dinilai cukup baik dengan skor rata-rata 82.86. Poin terkuat adalah pada struktur E-multimedia yang jelas dan mudah dipahami. Namun, ada beberapa aspek yang dapat diperbaiki lebih lanjut, seperti peningkatan interaktivitas, alur logika, dan koherensi antara elemen-elemen E-multimedia untuk mencapai efektivitas yang lebih tinggi.

3) Validasi Desain

Pada gambar berikut ditampilkan hasil validasi E-multimedia interaktif untuk kategori kelayakan desain:



Gambar 41: Validasi Desain

Berikut adalah analisis terkait aspek desain dalam E-multimedia pembelajaran: (1) Desain grafis menarik dan mendukung materi (Skor: 80), desain grafis dalam E-multimedia dinilai cukup baik dalam mendukung materi; (2) Layout dan tampilan user-friendly (Skor: 80), layout dan tampilan sudah ramah pengguna; (3) Pemilihan warna dan font (Skor: 60): Pemilihan warna dan font perlu disesuaikan lebih lanjut untuk memastikan kesesuaian dengan prinsip desain yang baik, agar tidak mengurangi kenyamanan visual dan keterbacaan; (4) Navigasi yang jelas dan mudah digunakan (Skor: 80), navigasi dalam E-multimedia dinilai jelas dan mudah digunakan, yang mempermudah pengguna dalam mengakses dan memahami konten; (5) Efek animasi mendukung pembelajaran (Skor: 60), perlu ada pengembangan lebih lanjut untuk membuat animasi lebih relevan dan kontekstual dengan materi yang diajarkan; (6) Desain tidak membingungkan pengguna (Skor: 100), desain E-multimedia sangat baik dalam hal kejelasan dan tidak membingungkan pengguna, menunjukkan bahwa struktur dan tampilan dirancang dengan baik (7) Integrasi elemen E-multimedia (Skor: 100), elemen E-multimedia seperti teks, gambar, audio, dan video terintegrasi dengan sangat baik, menunjukkan bahwa semua komponen berfungsi sinergis untuk mendukung pembelajaran. Secara keseluruhan, aspek desain dalam E-multimedia pembelajaran dinilai baik dengan skor rata-rata 80. Poin terkuat adalah pada desain yang tidak membingungkan pengguna dan integrasi elemen multimedia yang solid. Ada beberapa area yang memerlukan perhatian, terutama pada pemilihan warna dan font, serta penggunaan efek animasi, yang bisa diperbaiki untuk meningkatkan efektivitas dan daya tarik visual E-multimedia.

4) Validasi Bahasa

Pada gambar berikut ditampilkan hasil validasi E-multimedia interaktif untuk kategori kelayakan bahasa:



Gambar 52: Validasi Bahasa

Berikut adalah analisis terkait aspek bahasa dalam media pembelajaran: (1) Bahasa jelas dan mudah dipahami (Skor: 80), bahasa yang digunakan umumnya jelas dan mudah dipahami; (2) Istilah teknis konsisten dan sesuai konteks (Skor: 100), istilah teknis yang digunakan sangat konsisten dan relevan dengan konteks pembelajaran; (3) Kalimat sederhana dan efektif (Skor: 80), penggunaan kalimat yang sederhana dan efektif mendapat penilaian baik; (4) Bahasa bebas dari ambiguitas dan kesalahan tata bahasa (Skor: 100), bahasa yang digunakan dalam media ini sangat baik, bebas dari ambiguitas dan kesalahan tata Bahasa; (5) Instruksi mudah dipahami dan dilaksanakan (Skor: 80), instruksi dinilai cukup mudah dipahami dan dilaksanakan oleh siswa, tetapi ada peluang untuk meningkatkan kejelasan instruksi agar lebih mudah diikuti; (6) Bahasa sesuai dengan tingkat pemahaman siswa (Skor: 100), Bahasa yang digunakan telah disesuaikan dengan baik untuk tingkat pemahaman siswa, yang merupakan aspek positif dalam penyampaian materi; (7) Bahasa sesuai dengan terminologi ilmiah (Skor: 100): Penggunaan terminologi ilmiah tepat sasaran dan sesuai dengan standar yang diharapkan, mendukung proses pembelajaran secara keseluruhan; (8) Bahasa mendukung pengembangan sikap ilmiah siswa (Skor: 100): Bahasa dalam media ini sangat efektif dalam mendukung pengembangan sikap ilmiah siswa; (9) Istilah dan kalimat mudah dimengerti tanpa mengurangi makna (Skor: 60), meskipun bahasa mudah dimengerti, ada beberapa kekurangan dalam mempertahankan kedalaman makna, yang menunjukkan perlu adanya

keseimbangan antara kesederhanaan dan kelengkapan. Secara keseluruhan, aspek bahasa dalam media pembelajaran dinilai sangat baik dengan rata-rata skor 88.89. Poin dominan meliputi konsistensi penggunaan istilah teknis, ketepatan terminologi ilmiah, dan kebebasan dari ambiguitas atau kesalahan tata bahasa. Namun, ada area yang perlu ditingkatkan, terutama dalam menjaga kedalaman makna tanpa mengorbankan kemudahan pemahaman.

b. Hasil Pengukuran Kemampuan dan Pemahaman Awal Siswa

1) Gambaran pendapat siswa terkait keterampilan abad 21 dan literasi sains

Sebelum melakukan uji coba produk E-multimedia interaktif, tim peneliti membagikan angket kepada siswa untuk menggali informasi mengenai pemahaman siswa terkait Keterampilan Abad 21 dan Literasi Sains. Adapun gambaran pembagian hasil angket digambarkan melalui tabel berikut:

Tabel 3: Keterampilan Abad 21 dan Literasi Sains Siswa

No	Pernyataan	Skor
A. Keterampilan Abad 21		
1	Siswa memahami pentingnya keterampilan komunikasi dalam berbagai situasi	3.278
2	Siswa dapat bekerja dengan baik dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas bersama	3.148
3	Siswa sering menggunakan teknologi untuk membantu dalam belajar dan menyelesaikan tugas.	3.741
4	Siswa mampu berpikir kritis dalam memecahkan masalah yang kompleks	2.689
5	Siswa merasa kreatif dan sering menghasilkan ide-ide baru dalam tugas sekolah	3.000
6	Siswa dapat beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan dan situasi baru	3.037
7	Siswa terbiasa mencari informasi dari berbagai sumber sebelum membuat keputusan	3.407
Rata-rata		3.186
C. Literasi Sains		
1	Siswa dapat menghubungkan teori sains dengan fenomena yang terjadi di kehidupan sehari-hari	2.963
2	Siswa mampu merancang dan melaksanakan eksperimen sederhana untuk menguji hipotesis	2.741
3	Siswa dapat mengidentifikasi masalah lingkungan dan berpikir kritis untuk mencari solusinya	2.963

4	Siswa sering menggunakan internet untuk mencari bahan bacaan atau referensi	3.704
5	Siswa berpikir kritis tentang isu-isu sains dan teknologi yang berkembang di masyarakat.	3.111
Rata-rata		3.096

Angket ini didesain menggunakan skala likert dengan rincian sebagai berikut: Sangat Setuju (4); Setuju (3); Tidak Setuju (2); Sangat Tidak Setuju (1). Untuk melihat pemahaman siswa, maka akan dilakukan pengisian angket kembali setelah menggunakan E-multimedia interaktif.

Evaluasi dan Refleksi (*Evaluation and Reflection*)

Tahap Evaluasi dan Refleksi (*Evaluation and Reflection*) merupakan langkah penting dalam proses pengembangan E-multimedia interaktif berbasis STEM Education. Pada tahap ini, dilakukan berbagai evaluasi formatif untuk menilai efektivitas dan kepraktisan produk yang telah dikembangkan. Evaluasi ini mencakup uji coba produk di lapangan, seperti penggunaan E- E-multimedia interaktif di SMA Negeri 1 Lhokseumawe untuk membangun literasi dan keterampilan abad 21 siswa.

Penilaian efektivitas produk dilakukan untuk mengukur sejauh mana E-multimedia tersebut mampu meningkatkan literasi dan keterampilan abad 21. Selain itu penilaian kepraktisan dilakukan melalui kuesioner yang diberikan kepada siswa kelas XI bertujuan untuk mendapatkan masukan mengenai kemudahan penggunaan dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Setelah evaluasi, refleksi dilakukan untuk meninjau kembali hasil uji praktikalitas dan efektivitas, sehingga dapat dilakukan perbaikan atau penyesuaian produk jika diperlukan. Refleksi ini membantu memastikan bahwa E-multimedia interaktif yang dikembangkan memenuhi standar yang diinginkan dan benar-benar mampu mendukung tujuan pembelajaran.

A. Efektivitas Produk E-Multimedia Interaktif Fisika

Efektivitas Produk E-Multimedia Interaktif Fisika mengacu pada sejauh mana produk tersebut berhasil mencapai tujuan pembelajaran, yaitu meningkatkan kemampuan literasi dan keterampilan abad 21 siswa. Beberapa aspek yang dinilai dalam mengukur efektivitas produk meliputi hasil pretest dan posttest siswa dalam menyelesaikan soal literasi yang tersedia di E-multimedia.

1. Hasil Pretest Menggunakan Soal Literasi

Soal pretest diberikan kepada 25 siswa kelas XI-2 sebelum pembelajaran menggunakan E-multimedia interaktif Fisika. Pretest ini terdiri dari empat soal dengan skor maksimal 100. Rata-rata

nilai pretest adalah 35,2, yang menunjukkan bahwa kemampuan literasi awal siswa masih rendah. Siswa dengan skor tertinggi adalah GV dengan nilai 90, menunjukkan pemahaman awal yang baik, sementara skor terendah adalah EKB dengan nilai 10, yang memerlukan perhatian lebih dalam memahami materi. Banyak siswa mengalami kesulitan pada soal ketiga dan keempat, yang mengindikasikan bahwa konsep-konsep tersebut perlu lebih diperhatikan dalam pembelajaran.

Secara umum, hasil pretest ini mencerminkan heterogenitas kemampuan literasi siswa, sehingga diperlukan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik, seperti E-multimedia, untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi literasi sains.

2. Hasil Posttest Menggunakan Soal Literasi

Setelah pembelajaran menggunakan E-multimedia selama dua pertemuan, soal posttest diberikan kepada siswa. Rata-rata nilai posttest adalah 80,4, menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan pretest. Siswa dengan skor tertinggi adalah S, SG, MN, dan SAF dengan nilai 100, yang berarti mereka mampu menguasai seluruh konsep yang diajarkan. Siswa dengan skor terendah adalah NSK dengan nilai 60, yang meskipun lebih rendah dibandingkan siswa lainnya, tetap menunjukkan peningkatan substansial dari nilai pretest terendah 10.

Hasil posttest menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mencapai nilai tinggi pada soal pertama dan kedua, mengindikasikan pemahaman yang sangat baik pada konsep dasar. Sementara itu, soal keempat memberikan hasil yang lebih bervariasi, menunjukkan bahwa konsep yang lebih kompleks membutuhkan upaya tambahan.

Pembelajaran menggunakan E-multimedia interaktif berbasis STEM terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kinematika. Dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,623 (62,3%), peningkatan ini dikategorikan pada tingkat sedang. E-multimedia tidak hanya membantu siswa yang sudah memiliki pemahaman awal, tetapi juga siswa dengan kemampuan awal rendah, seperti EKB dan BDR, untuk meningkatkan pemahaman mereka secara signifikan.

Selain itu, E-multimedia ini juga mendukung peningkatan literasi sains dan keterampilan abad 21, termasuk problem solving dan berpikir kritis. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu seperti Fuadi et al. (2020) dan Maziyah & Pangestuti (2021), yang menunjukkan

bahwa penggunaan media digital berbasis STEM mampu meningkatkan kompetensi siswa dalam pembelajaran sains..

B. Praktikalitas Produk E-Multimedia Interaktif Fisika

Praktikalitas Produk E-Multimedia Interaktif Fisika mengacu pada kemudahan penggunaan, penerapan, serta bagaimana produk ini membantu proses pembelajaran secara nyata di kelas. Praktikalitas ini dinilai melalui berbagai indikator yang melibatkan pengalaman guru dan siswa saat menggunakan produk, serta bagaimana produk ini mendukung efektivitas pembelajaran. Berikut adalah beberapa aspek utama yang digunakan untuk mengukur praktikalitas E-multimedia interaktif fisika meliputi: (1) Kemudahan Penggunaan; (2) Relevansi dengan Materi Pembelajaran; (3) Efisiensi Waktu Pembelajaran; (4) Daya Tarik dan Keterlibatan Siswa; (5) Kemudahan dalam Penilaian; dan (6) Feedback dari Guru dan Siswa. Semua aspek tersebut dituangkan ke dalam Angket Praktikalitas berisi 14 pernyataan terkait penggunaan E-multimedia. Angket tersebut diberikan kepada 33 orang responden dari kalangan guru dan siswa yang telah menggunakan E-multimedia tersebut. Adapun hasil penilaian angket praktikalitas adalah sebagai berikut:

Tabel 4: Hasil Rekapitulasi Keperaktisan E-Multimedia

RESPONDEN	SKOR ANGKET	MEAN
MZ	52	3.467
AJ	50	3.333
SN	66	4.400
MR	54	3.600
GV	69	4.600
FA	55	3.667
AA	54	3.600
SK	61	4.067
MF	57	3.800
MH	56	3.733
SA	54	3.600
IR	75	5.000
SG	60	4.000
S	56	3.733
NS	54	3.600
NN	70	4.667
ZK	74	4.933
NS	65	4.333
MN	66	4.400
RR	48	3.200
EK	59	3.933
RL	57	3.800

PR	55	3.667
SA	61	4.067
MR	60	4.000
TF	75	5.000
RU	75	5.000
SH	58	3.867
MA	71	4.733
AB	61	4.067
NS	63	4.200
ZA	69	4.600
SH	64	4.267
Rata-rata	61.3333	4.0889

Berdasarkan table di atas dapat dilihat bahwa rata-rata skor angket yang diperoleh adalah 61,33, dan mean atau rata-rata penilaian praktikalitas adalah 4,09. Hal ini berarti bahwa, secara umum, produk E-multimedia dianggap praktis oleh para responden, karena nilai mean mendekati angka maksimal 5 atau memiliki nilai keperaktisan 82%.

Kesimpulan

Pengembangan E-Multimedia Interaktif Fisika Berbasis STEM Education terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad 21, seperti komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, dan kreatif. Rata-rata nilai posttest siswa meningkat signifikan dari 35,2 pada pretest menjadi 80,4. Hasil angket menunjukkan bahwa produk ini praktis dan mudah digunakan, dengan skor praktikalitas rata-rata sebesar 4,09 dari skala 5. Validasi oleh para ahli menunjukkan kualitas yang baik pada aspek isi, konstruksi, desain, dan bahasa, dengan rata-rata skor validasi mencapai 85 untuk materi dan 88,89 untuk bahasa. Sebagian besar siswa menyukai pembelajaran berbasis E-Multimedia karena interaktivitasnya dan relevansinya dengan kehidupan sehari-hari, dengan 82,4% siswa tertarik pada media ini dan 85,3% menghargai kemudahan aksesnya. Hal ini mendukung pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna. Namun, penelitian ini menghadapi beberapa kendala, seperti keterbatasan waktu dalam pengembangan produk dan kebutuhan akan pelatihan guru untuk menggunakan E-Multimedia secara optimal. Selain itu, akses infrastruktur teknologi di beberapa sekolah menjadi tantangan yang perlu diperhatikan untuk implementasi yang lebih luas. Kendala-kendala ini memberikan peluang untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih khusus kami sampaikan kepada tim peneliti atas dukungan yang diberikan. Kami juga menyampaikan apresiasi yang tulus kepada siswa dan guru SMA Negeri 1 Lhokseumawe atas partisipasi dan masukan berharga selama uji coba produk. Terakhir, kami menghargai kontribusi para ahli yang telah memberikan umpan balik dan validasi, yang sangat meningkatkan kualitas penelitian ini. Penelitian ini tidak akan terlaksana tanpa dedikasi dan kerja sama dari semua pihak tersebut

Daftar Pustaka

- Aliftika, O., Purwanto, P., & Utari, S. (2022). Profil Keterampilan Abad 21 Siswa SMA pada Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Materi Gerak Lurus. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 4(2), 141-147. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v4i2.20178>
- Ardianti, Y., & Amalia, N. (2022). Kurikulum Merdeka: Pemaknaan Merdeka dalam Perencanaan Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 6(3), 399-407. <https://doi.org/10.23887/jppp.v6i3.55749>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta.
- Cahyani, A. E. M., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas E-Modul Project Based Learning Berintegrasi STEM Terhadap Kreativitas Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i1.1774>
- Cholifah, S. N., & Novita, D. (2022). Pengembangan E-LKPD Guided Inquiry-Liveworksheet untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Submateri Faktor Laju Reaksi. *Chemistry Education Practice*, 5(1), 23-34. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i1.3280>
- Fitri, A., Efriyanti, L., & Silmi, R. (2023). Pengembangan Modul Ajar Digital Informatika Jaringan Komputer Dan Internet Menggunakan Canva Di Sman 1 Harau. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 33-38. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5999>
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108-116. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Herdiana, L. E., Sunarno, W., & Indrowati, M. (2021). Studi Analisis Pengembangan E-Modul Ipa Berbasis Inkuiri Terbimbing Dengan Sumber Belajar Potensi Lokal Terhadap Kemampuan Literasi Sains. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 87. <https://doi.org/10.20961/inkuri.v10i2.57247>
- Hidayatullah, Z., Wilujeng, I., Nurhasanah, N., Gusemanto, T. G., & Makhrus, M. (2021). Synthesis of the 21st Century Skills (4C) Based Physics Education Research In Indonesia. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 88. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1889>
- Indariani, A., Ayni, N., Pramuditya, S. A., & Noto, M. S. (2019). Teknologi Buku Digital Matematika dan Penerapan Potensialnya dalam Distance Learning. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v3i1.1870>
- Lince, L. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka untuk Meningkatkan Motivasi Belajar pada Sekolah Menengah Kejuruan Pusat Keunggulan. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan IAIM Sinjai*, 1(1), 38-49. <https://doi.org/10.47435/sentikjar.v1i0.829>
- Maziyah, A., & Pangestuti, A. A. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Outdoor Education untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA/MA pada Materi Ekosistem. *Prosiding Seminar Nasional IKIP Budi Utomo*, 2(01), 430-439. <https://doi.org/10.33503/prosiding.v2i01.1520>
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2021). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education*, 55(1), 82-92. <https://doi.org/10.1111/medu.14280>
- Oktavia, M., Prasasty, A. T., & Isroyati. (2019). Uji Normalitas Gain untuk Pemantapan dan Modul dengan One Group Pre and Post Test. *Simposium Nasional Ilmiah Dengan Tema: (Peningkatan Kualitas Publikasi Ilmiah Melalui Hasil Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat)*, November, 596-601. <https://doi.org/10.30998/simponi.v0i0.439>
- Pramuji, L., Permanasari, A., & Ardianto, D. (2020). Multimedia Interaktif Berbasis Stem Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Journal of Science Education and Practice*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.33751/jsep.v2i1.1699>
- Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini, P. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Penggerak. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6313-6319. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3237>
- Ridwan, I. R. (2016). Keterkaitan Pendidikan Dengan Peningkatan Pertumbuhan Ekonomi Dan Sumber Daya Manusia (Sdm). *Jurnal Geografi Gea*, 9(1). <https://doi.org/10.17509/gea.v9i1.1677>
- Sari, D. A. K., & Setiawan, E. P. (2023). Literas Baca Siswa Indonesia Menurut Jenis Kelamin, Growth

- Mindset, dan Jenjang Pendidikan: Survei PISA. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(1), 1-16. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v8i1.3873>
- Sari, F. P., Maryati, M., & Wilujeng, I. (2023). Ethnoscience Studies Analysis and Their Integration in Science Learning: Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1135-1142. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2044>
- Sari, M., Andra, D., Distrik, I. W., & Aleksandervic, K. S. (2022). Problem-Based E-Module Integrated with STEM and Assisted by LMS to Foster Creative Thinking Ability. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 224-237. <https://doi.org/10.24042/ijisme.v5i2.13087>
- Widya, Mujtahid, Z., Muliaman, A., Hidayat, A. T., Raseukina, G., & Jannah, R. (2024). Need Analisis of Development of Interactive Multimedia Based on STEM Education to Build Literacy and 21st-Century Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*.
- Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>
- Zulaiha, F., & Meisadewi, N. (2022). Profil Literasi Sains Siswa Sma Kelas X Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jendela ASWAJA*, 66-75.