
PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBASIS SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI GELOMBANG BUNYI DI KELAS XI SMA

^{1*}Hanna Anita Putri Sipayung, ¹Deo Demonta Panggabean

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara

*Surel: hannaapsipayung@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-modul* fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) pada materi gelombang bunyi yang layak dan praktis di Kelas XI SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang terdiri dari tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Temuan penelitian ini yaitu penelitian ini berhasil mengembangkan *e-modul* fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) pada materi gelombang bunyi. *E-modul* fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) yang memperoleh hasil validasi ahli materi 95.08%, validasi ahli media 94.98% dan validasi ahli strategi pembelajaran 90.62% dengan kategori sangat layak. Hasil instrumen kepraktisan diperoleh hasil 85.19% dan 87.01% dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian diperoleh *e-modul* fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) pada materi gelombang bunyi di Kelas XI SMA sangat layak dan sangat praktis.

Kata Kunci: E-modul, Gelombang Bunyi, STEM

Abstract

This study aims to produce Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)-based physics e-modules on sound wave material that are feasible and practical in Class XI SMA. The research method used is Research and Development (R&D) with a 4D development model consisting of define, design, develop, and disseminate stages. The findings of this study are that this study successfully developed a physics e-module based on Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) on sound waves material. Physics e-modules based on Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) which obtained the results of material expert validation 95.08%, media expert validation 94.98% and learning strategy expert validation 90.62% with a very feasible category. The results of the practicality instrument obtained results of 85.19% and 87.01% in the very practical category. Thus, the physics e-module based on Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) on sound wave material in Class XI SMA is very feasible and very practical.

Keywords: E-modules, Sound Waves, STEM

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah proses mencerdaskan, membangun, dan memanusiakan setiap individu. John Dewey menyebutkan pendidikan sebagai proses menumbuhkan kemampuan intelektual

dan emosi yang penting untuk berinteraksi dengan alam dan sesama manusia (Khairiah, 2018). Pendidikan memiliki peran yang sangat penting untuk masa depan seseorang dan masyarakatnya. Selain memberikan pengetahuan dan keterampilan, pendidikan juga membantu dalam membangun karakter seseorang, meningkatkan kesempatan kerja, memberikan pemberdayaan seseorang, dan membentuk masyarakat yang lebih maju dan damai (Rahmat, 2014).

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di segala bidang, pendidikan juga mengalami perkembangan yang pesat. Dunia pendidikan harus senantiasa beradaptasi dengan kemajuan teknologi untuk meningkatkan kualitas pendidikan, terutama menyesuaikan dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan proses pembelajaran (Salsabila & Agustian, 2021). Dengan adanya adaptasi teknologi dalam pendidikan, teknologi dapat membantu meningkatkan mutu pendidikan. Pendidikan harus selalu melakukan inovasi yang komprehensif untuk mencapai kualitas.

Peran teknologi dalam pendidikan dapat diaplikasikan untuk menciptakan pembelajaran yang menarik. Pembelajaran yang menarik dibutuhkan pada setiap pembelajaran termasuk pada pembelajaran fisika. Fisika sering dianggap sulit dan membosankan oleh siswa, hal ini ditemukan berdasarkan fakta yang ditemukan pada saat studi literatur. Pada penelitian (Quddus, 2022), beberapa faktor permasalahan dalam pembelajaran fisika adalah kurang memadainya sarana dan prasarana, rendahnya minat siswa dalam belajar, guru masih menggunakan metode konvensional, dan sama sekali tidak menggunakan media lain selain buku paket. Hal ini sejalan dengan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti di SMA Negeri 1 Purba, bahwa pembelajaran fisika masih kurang diminati oleh siswa dan pembelajaran yang masih berpusat pada guru.

Berdasarkan masalah yang ditemukan ketika studi pendahuluan baik secara literatur dan observasi ke sekolah. Salah satu cara untuk menciptakan pembelajaran fisika yang menarik maka dapat menggunakan bahan ajar yang kreatif dan inovatif untuk meningkatkan motivasi belajar siswa (Puspitasari, 2019). Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran adalah e-modul, e-modul efektif untuk menunjang keterampilan abad 21 seperti memecahkan masalah, berpikir kritis dan berpikir kreatif serta efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Nesri & Kristanto, 2020). Dengan demikian untuk menerapkan perkembangan teknologi pada suatu pembelajaran yang menarik salah satu pendekatan yang

menonjol adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk mengembangkan keterampilan kritis, kreatif, dan problem-solving pada siswa (Muttaqin, 2023).

Menanggapi permasalahan yang diuraikan, maka peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan E-modul Fisika Berbasis STEM pada materi pokok Gelombang bunyi untuk meningkatkan hasil belajar siswa”. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kelayakan dan kepraktisan e-modul fisika berbasis STEM pada materi gelombang bunyi di kelas XI SMA. Dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan dan kepraktisan dari e-modul fisika yang dikembangkan.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Purba pada kelas XI Semester Genap T.A 2023/2024 yang beralamat di Jln. Simarjarunjung No. 309, Kec. Purba, Kab. Simalungun. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI yang terdiri dari 6 kelas dan sampel penelitian adalah kelas XI-1 yang berjumlah 32 siswa dengan teknik pengambilan sampel purposif.

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model pengembangan 4D yaitu *Define, Design, Develop, dan Dissiminate* namun dibatasi hingga pada tahap *develop*. Pada tahap *define*, dilakukan analisis kebutuhan penelitian. Selanjutnya pada tahap *design* dilakukan tahapan rancangan yaitu dengan membuat *story board* dari *e-modul* yang akan dikembangkan. Pada tahap *develop*, dilakukan validasi kepada ahli dan melakukan uji coba produk.

Analisis data uji kelayakan yaitu menggunakan analisis skala Likert. Adapun kriteria instrumen skala Likert yaitu pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Kriteria Jawaban Item Instrumen Skala Likert

No	Jawaban	Skor
1	Sangat baik	4
2	Baik	3
3	Kurang baik	2
4	Tidak baik	1

Untuk menghitung tingkat kelayakan yaitu dengan rumus berikut:

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Presentasi Kategori

$\sum x$ = Jumlah jawaban yang dipilih

N = Total skor

Klasifikasi skor yang diperoleh diubah menjadi klasifikasi dalam bentuk persentase, kemudian diperoleh hasil dengan kalimat secara kualitatif yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Persentase Untuk Hasil Instrumen Kelayakan

Rentang Skala	Internal Presentase	Kriteria	Kualifikasi
$81 \leq 100$	$81 \leq x \leq 100\%$	Sangat layak	Produk <i>e-modul</i> dapat dimanfaatkan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran tetapi ada sedikit revisi tidak ada revisi
$61 \leq 80$	$61 \leq x \leq 80\%$	Layak	Produk <i>e-modul</i> dapat dimanfaatkan dilapangan untuk kegiatan pembelajaran tetapi ada revisi sedikit
$41 \leq 60$	$41 \leq x \leq 60\%$	Cukup layak	Produk <i>e-modul</i> dapat diajukan dengan menambahkan sesuatu yang kurang, melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar
$21 \leq 40$	$21 \leq x \leq 40\%$	Tidak layak	Merevisi <i>e-modul</i> dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan
$0 \leq 20$	$0 \leq x \leq 20\%$	Sangat tidak layak	Produk gagal, merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk

Analisis data uji kepraktisan yaitu menggunakan analisis skala Likert. Adapun kriteria instrumen skala Likert yaitu pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Kriteria Jawaban Item Instrumen Skala Likert

No	Jawaban	Skor
1	Sangat Setuju	4
2	Setuju	3
3	Kurang Setuju	2
4	Tidak Setuju	1

Hasil dari penilaian angket respon siswa terhadap penggunaan angket dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum x}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor

$\sum x$ = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimum

Selanjutnya, akan diperoleh hasil akhir dalam bentuk persen. Persentase tersebut ditafsirkan dalam kalimat yang bersifat kualitatif seperti pada Tabel 4. berikut:

Tabel 4. Kriteria Nilai Kepraktisan

Persentase Kepraktisan	Klasifikasi
81% - 100%	Sangat praktis
61% - 80%	Praktis
41% - 60%	Cukup praktis
21% - 40%	Kurang praktis
0% - 20%	Tidak praktis

3. Hasil dan Pembahasan

Pengembangan e-modul fisika berbasis STEM pada materi gelombang bunyi adalah serangkaian proses atau kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan e-modul fisika berbasis STEM. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan e-modul yang layak dan praktis. E-modul ini dikembangkan dengan model pengembangan 4D yaitu *Define, Design, Develop,*

dan *Dissiminate* namun hingga pada tahap *Develop*. Uraian seluruh hasil tahapan dapat diuraikan sebagai berikut:

3.1 Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap *define*, peneliti melaksanakan identifikasi permasalahan yang ada di SMA Negeri 1 Purba pada pembelajaran fisika. Kegiatan penelitian pada tahap pendefinisian ada lima analisis yaitu 1) analisis kebutuhan (awal-akhir), 2) analisis siswa, 3) analisis karakteristik siswa, 4) analisis tugas dan, 5) analisis konsep.

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang kebutuhan pembelajaran pada pelajaran fisika. Analisis ini dilakukan menggunakan angket yang diberikan kepada 36 siswa dan wawancara kepada guru mata pelajaran fisika. Pada analisis kebutuhan terhadap guru dikatakan bahwa pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Purba masih dominan menggunakan buku paket dan guru belum pernah membuat bahan ajar atau modul sendiri dengan pendekatan khusus serta pembelajaran yang masih dominan terhadap guru.

Hasil analisis siswa diperoleh dari angket yang diberikan kepada siswa mengatakan bahwa siswa mengatakan bahwa mereka kurang berminat dalam pembelajaran fisika karena pembelajaran yang kurang menarik dan terkesan membosankan. Selanjutnya untuk hasil karakteristik siswa berdasarkan hasil wawancara kepada guru bahwa karena kurangnya minat belajar siswa sehingga hasil belajar siswa pada pembelajaran belum optimal.

Hasil analisis tugas dan analisis konsep dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung saat pembelajaran fisika. Pada analisis tugas, peneliti menganalisis keaktifan siswa dalam proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran yang berlangsung siswa kurang aktif dan guru lebih dominan dalam pembelajaran. Selanjutnya untuk analisis konsep, peneliti menganalisis materi dan kurikulum yang digunakan. Hasil analisis konsep yang diperoleh yaitu kurikulum yang digunakan di sekolah tersebut adalah kurikulum merdeka.

Berdasarkan hasil angket kebutuhan siswa dan guru diperoleh kesimpulan bahwa diperlukan sebuah bahan ajar yang menarik. Sehingga peneliti mengembangkan sebuah *e-modul* fisika berbasis STEM untuk membantu siswa dalam memahami materi serta siswa dapat terlibat secara langsung pada pembelajaran dengan belajar individu menggunakan *e-modul*. Dengan memilih materi gelombang bunyi yang menyesuaikan dengan kurikulum merdeka.

3.2 Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap *design* adalah tahapan terbentuknya rancangan bahan ajar interaktif berupa *e-modul* yang akan dikembangkan dari analisis sebelumnya dan merancang media yang cocok diaplikasikan dalam mengakses *e-modul*.

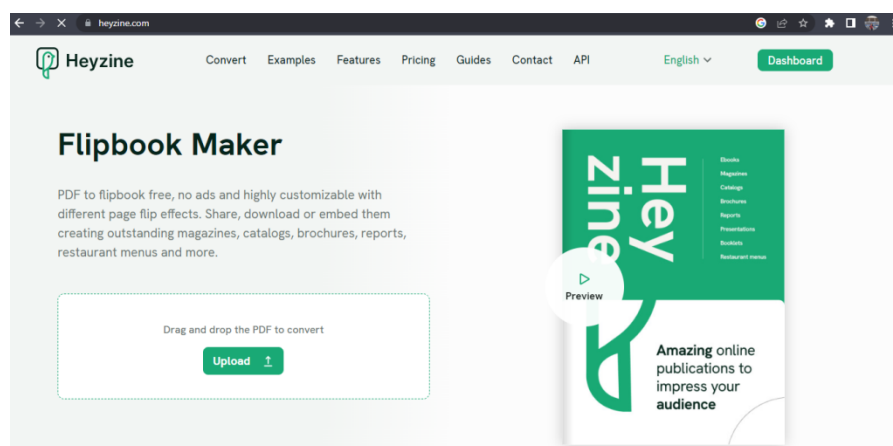
Adapun tahapan rancangan produk yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Materi

Pada tahapan ini peneliti melakukan pemilihan materi yang akan dikembangkan dalam *e-modul*. Materi yang akan dikembangkan oleh peneliti yakni materi kelas XI semester II yaitu materi gelombang bunyi. Penyusunan materi dimulai dari mencari materi referensi materi gelombang bunyi dari berbagai sumber yang sesuai dengan capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran pada kurikulum merdeka dan juga kebutuhan lainnya seperti gambar, video pembelajaran, simulasi praktikum, dan soal latihan.

2. Pemilihan Aplikasi

Pada tahapan ini peneliti memilih aplikasi yang akan digunakan dalam mengembangkan *e-modul*. Adapun aplikasi yang digunakan dalam peneliti adalah aplikasi *Heyzine* yang dapat dimuat dalam *link* yang mudah diakses oleh guru dan siswa menggunakan *smartphone* maupun laptop. Pemilihan aplikasi *Heyzine* ini dikarenakan penggunaan yang praktis, dapat memuat video, *link*, serta tidak terdapat banyak iklan ketika aplikasi diakses.



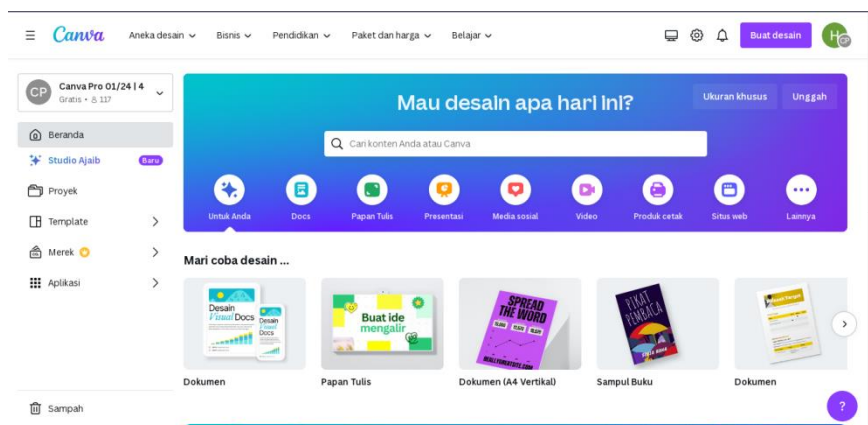
Gambar 1. Tampilan Aplikasi Heyzine

Gambar 1. menunjukkan tampilan dari aplikasi *Flip Book* aplikasi *Heyzine*. Aplikasi ini digunakan untuk menampilkan *e-modul* fisika berbasis STEM yang sudah dirancang.

Penggunaan aplikasi *Heyzine* sangat mudah karena dilengkapi navigasi halaman dengan ikon panah kiri dan kanan untuk berpindah halaman sehingga memudahkan pengguna untuk membaca dan untuk akses video dan link sangat mudah.

3. Pemilihan Format

Pada tahapan ini pengembangan desain tampilan *e-modul* yang menarik. Tahapan awal format *e-modul* didesain menggunakan aplikasi Canva dimulai dari merancang bentuk *e-modul*, menentukan jenis huruf, ukuran huruf, dan pemilihan gambar yang sesuai dengan materi yang akan dikembangkan pada *e-modul*.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi Canva

Gambar 2. menunjukkan tampilan aplikasi Canva yang digunakan dalam proses mendesain *e-modul* yang dikembangkan. Peneliti memilih aplikasi Canva karena tersedia banyak fitur desain yang mendukung serta mudah untuk digunakan.

Untuk jenis huruf yang digunakan yaitu Times New Roman, Adigiana Toybox, Roca Two, dan Sansita. Ukuran font yang digunakan yaitu untuk judul Bab 23pt, untuk isi materi 14pt. Jenis kertas yang digunakan adalah A4. Adapun komponen rancangan isi *e-modul* antara lain kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan *e-modul*, deskripsi *e-modul*, capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran, peta konsep, pendahuluan, materi gelombang bunyi, praktikum gelombang bunyi menggunakan simulasi *Phet*, dan soal evaluasi berupa *Quiziz game*. Sedangkan untuk komponen materi gelombang bunyi yang dikembangkan pada *e-modul* antara lain cepat rambat gelombang bunyi, sumber bunyi, efek doppler, resonansi, pelayangan gelombang bunyi, intensitas dan taraf intensitas serta aplikasi gelombang bunyi.

3.3 Tahap *Develop* (Pengembangan)

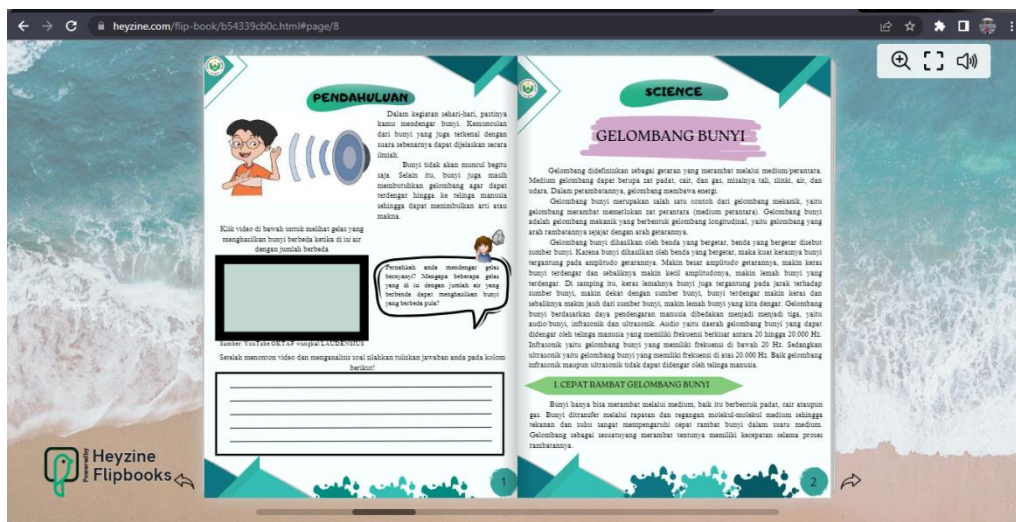
Tahapan ini merupakan terrealisasinya produk yang yang telah dirancang sesuai dengan tahap *design*. Hasil yang diperoleh dari tahapan ini yaitu terbentuknya *e-modul* berbasis *STEM* pada materi gelombang bunyi yang sudah di unggah pada aplikasi *heyzine* kemudian akan divalidasi kepada dosen ahli materi, ahli media, dan ahli strategi pembelajaran untuk mengetahui kelayakan dari *e-modul*.

Adapun hasil dari *e-modul* fisika berbasis *STEM* pada materi gelombang bunyi yang dikembangkan pada aplikasi *heyzine* sebagai berikut:



Gambar 3. Tampilan cover e-modul

Pada Gambar 3. merupakan tampilan awal *e-modul* yang menampilkan judul materi dan gambar yang berkaitan dengan isi materi.



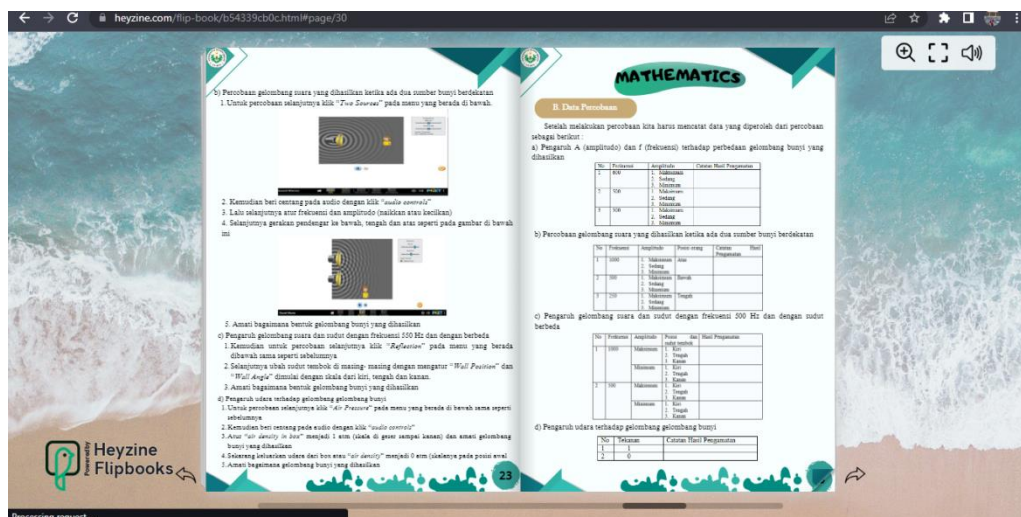
Gambar 4. Tampilan konsep *science* pada *e-modul*

Pada Gambar 4. merupakan tampilan konsep *science* pada *e-modul*, pada konsep sains peneliti mengkaji konsep-konsep materi gelombang bunyi dengan bantuan penjelasan video, gambar dan contoh soal.



Gambar 5. Tampilan Konsep *Engineering* pada *E-Modul*

Pada Gambar 5. merupakan tampilan konsep *engineering* pada *e-modul*, pada konsep rekayasa peneliti mengarahkan pengguna untuk melakukan praktikum materi gelombang bunyi dengan bantuan simulasi Phet

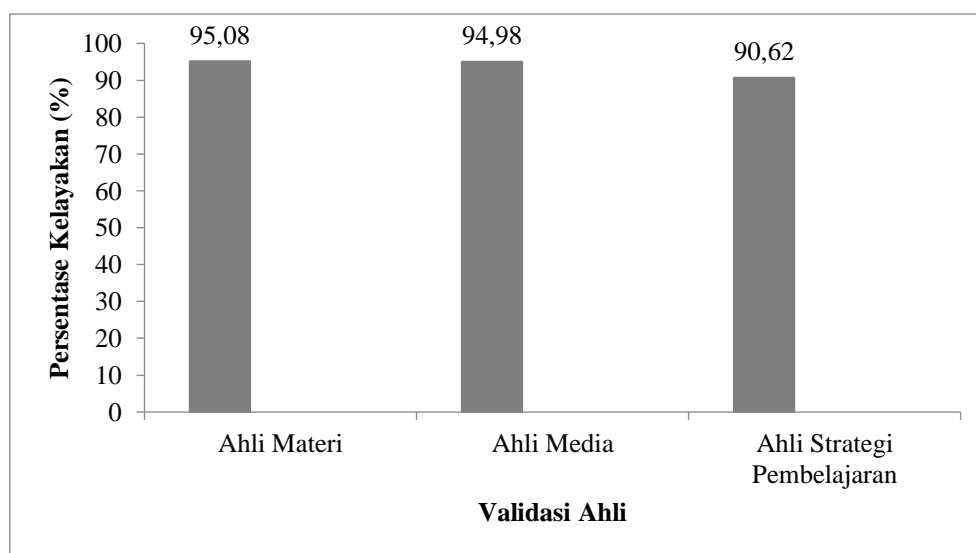


Gambar 6. Tampilan Konsep *Mathematics* pada *E-modul*

Pada Gambar 6. merupakan tampilan konsep *mathematics* pada *e-modul*, pada konsep matematika peneliti mengarahkan pengguna untuk menganalisis hasil percobaan dan menyajikan pada sebuah tabel. Selain itu pada konsep matematika juga diterapkan pada soal evaluasi. Untuk konsep *technology* diterapkan pada penerapan materi gelombang bunyi pada

teknologi di kehidupan sehari-hari dan diterapkan juga pada penggunaan aplikasi *e-modul* seperti video, simulasi Phet dan Quiziz.

Setelah *e-modul* terealisasi maka dilanjutkan pada tahap validasi. Hasil validasi yang diberikan kepada tiga ahli yaitu ahli materi, ahli media dan ahli strategi pembelajaran mendapatkan yaitu sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Hasil Uji Kelayakan *E-modul*

Gambar 7. menunjukkan bahwa data yang diperoleh kelayakan dari dua ahli materi 95.08%, kelayakan ahli media 94.98% dan kelayakan ahli strategi pembelajaran 90.62%. Pada validasi ahli materi, aspek *e-modul* yang divalidasi ada lima aspek yaitu aspek kelayakan isi, aspek kelayakan kebahasaan, aspek kelayakan penyajian dan aspek pendekatan STEM dan aspek kepraktisan. Pada ahli media, aspek *e-modul* yang divalidasi terdiri dari lima aspek yaitu aspek tampilan desain layar, aspek kelayakan kemudahan penggunaan, aspek kelayakan konsistensi tata letak, aspek kelayakan kemanfaatan, dan aspek kegrafikan. Pada ahli strategi pembelajaran, aspek *e-modul* yang divalidasi terdiri dari empat aspek yaitu aspek kelayakan kualitas *e-modul*, aspek kelayakan kebahasaan, aspek kelayakan pendekatan STEM, dan aspek kelayakan tampilan. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka *e-modul* fisika berbasis STEM yang dikembangkan sangat layak digunakan dalam pembelajaran fisika.

Kepraktisan *e-modul* diperoleh dari hasil uji coba produk. Uji coba dilakukan kepada siswa dibagi menjadi dua tahap yaitu uji skala kecil dan uji skala besar. Uji skala kecil terdiri dari

10 orang dan uji skala besar terdiri dari 32 orang siswa. Berikut akan dijabarkan hasil dari uji coba produk kepada siswa.

Setelah *e-modul* divalidasi oleh validator dan mendapatkan saran, informasi serta masukan. *E-modul* kemudian diujikan kepada siswa dengan skala kecil yang melibatkan 10 siswa dan skala besar 32 orang siswa kelas XI-1 SMA Negeri 1 Purba yang dipilih secara acak.

Tabel 3. Hasil Uji Coba *E-modul*

Uji Coba	Jumlah Responden	Total Skor	Persentase Kategori
Uji Coba Skala Kecil	10 Orang siswa	443	85.19%
Uji Coba Skala Besar	32 Orang siswa	1448	87.01%

Berdasarkan data angket yang sudah diperoleh secara keseluruhan *e-modul* yang dikembangkan memperoleh skor rata-rata 85.19%. Berdasarkan data angket yang sudah diperoleh secara keseluruhan *e-modul* yang dikembangkan memperoleh skor rata-rata 87.01%. Dengan demikian berdasarkan hal data tersebut dapat disimpulkan bahwa *e-modul* berbasis *STEM* pada materi gelombang bunyi memperoleh respon baik dan sangat praktis digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian Kiswanda et al. (2022) bahwa *e-modul* berbasis *STEM* efektif dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Pengembangan *e-modul* ini bertujuan untuk menghasilkan *e-modul* fisika berbasis *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi gelombang bunyi yang dapat digunakan dimana saja oleh siswa dan praktis digunakan ketika belajar. Hal ini sejalan dengan (Rana et al., 2023) bahwa *e-modul* berbasis *STEM* bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran dan membantu peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga minat dan motivasi peserta didik lebih besar dan membantu peserta didik dalam proses pembelajaran dimanapun berada. Selain itu *e-modul* fisika berbasis *STEM* juga mempermudah siswa dalam memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari karena terintegrasi dengan empat bidang *STEM* (Syahiddah et al., 2021).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, penelitian ini mempunyai perbedaan atau keterbaruan yaitu terletak pada penggunaan aplikasi *flipbook*, dimana pada aplikasi yang digunakan *e-modul* dapat diakses pada setiap tipe *smart phone* dan *computer*. Kemudian *e-*

modul yang dikembangkan dapat diakses secara gratis tanpa terhalang iklan dan apabila ada aplikasi pihak ketiga yang digunakan seperti YouTube, quiziz, dan lain-lain, maka *e-modul* akan tetap pada tampilan tanpa perlu memasuki aplikasi lain.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan, yaitu: 1) *E-modul* fisika berbasis STEM pada materi gelombang bunyi yang dikembangkan sangat layak. Kelayakan *e-modul* dilihat berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli media dan ahli strategi pembelajaran. 2) *E-modul* fisika berbasis STEM pada materi gelombang bunyi yang dikembangkan sangat praktis. Kepraktisan *e-modul* diperoleh berdasarkan hasil instrumen respon pengguna/siswa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian tulisan ini. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Deo Demonta Panggabean, S.P., M.Pd, yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini, kepada kepala sekolah yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian, kepada guru fisika dan siswa SMA Negeri 1 Purba yang telah ikut berpartisipasi serta semua pihak yang berpartisipasi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak, jurnal ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa.

Daftar Pustaka

- Khairiah. (2018). Kesempatan Mendapatkan Pendidikan Dalam Kajian Tingkat Pendidikan Dan Pendapatan Keluarga. In *Pustaka Pelajar*.
- Kiswanda, V., Aswirna, P., & Nurhasanah, N. (2022). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM dengan Prinsip Pembangunan Berkelanjutan terhadap Literasi Sains Siswa Kelas XI. *Journal Cerdas Mahasiswa*, 4(1), 62–75.
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 34–45.

-
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa. *Aksioma*, 9(3), 480–492.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25.
- Quddus, A. (2022). Mengidentifikasi Permasalahan Siswa Dan Guru Pada Pembelajaran Fisika (Studi Kasus Di SMA Negeri 15. *Prosiding Seminar Nasional Mipa IV*, 4(2), 169–173.
- Rahmat, A. (2014). Pengantar Pendidikan Teori, Konsep, dan Aplikasi. In *Gorontalo: Ideas Publishing*. Manajemen Qolbun.
- Rana, D. A., Fitriani, A., & Dasmo. (2023). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Menggunakan Aplikasi Flipbuilder Pada Materi Alat Optik SMA Kelas XI. 4(1), 83–91.
- Salsabila, U. H., & Agustian, N. (2021). Peran Teknologi Pendidikan dalam Pembelajaran. *Islamika: Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 3(1), 123–133. <https://doi.org/10.36088/islamika.v3i1.1047>
- Syahiddah, D. S., Putra, P. D. A., & Supriadi, B. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.438>