

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.PF22

# DESAIN E-MODUL INTERAKTIF PADA MATERI GELOMBANG BUNYI BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING

Salsabila Khairun Nisa<sup>a)</sup>, Sunaryo<sup>b)</sup>, Upik Rahma Fitri<sup>c)</sup>

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Jakarta, Jl. R.Mangun Muka Raya, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur 13220, Indonesia.

Email: <sup>a)</sup>abila.kn1807@gmail.com, <sup>b)</sup>sunaryo@unj.ac.id, <sup>c)</sup>upik.rahma.fitri@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain e-modul interaktif berbasis *Problem based Learning* pada materi gelombang bunyi untuk siswa SMA kelas XI. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang dimodifikasi menjadi 2 tahapan, yaitu tahap *Define* (Pendefinisian), dan *Design* (Perancangan). E-modul interaktif ini dilengkapi dengan fitur pembelajaran seperti teks, gambar, video, animasi, serta interaktif dengan fitur-fitur seperti quiz, latihan soal, dan navigasi yang memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan materi pembelajaran. Menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan pembelajaran yang memusatkan pembelajaran kepada masalah-masalah yang disajikan. Kemudian, siswa menyelesaikan masalah tersebut dengan seluruh pengetahuan dan keterampilan mereka dari berbagai sumber yang dapat diperoleh. Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan kepada 40 peserta didik kelas XI didapatkan sebanyak 40% peserta didik belajar memilih subbab gelombang bunyi, 25% peserta didik belajar memilih subbab termodinamika, 17,5% peserta didik belajar memilih subbab gelombang cahaya, 12,5% peserta didik belajar memilih subbab fluida dinamis, dan 5% peserta didik belajar memilih subbab suhu dan kalor sebagai materi yang masih dibutuhkan untuk membuat elektronik modul interaktif. Berdasarkan analisis kebutuhan tersebut dapat dinyatakan bahwa dibutuhkan pengembangan e-modul interaktif berbasis *Problem based Learning* pada materi gelombang bunyi.

**Kata-kata kunci:** E-modul Interaktif, Problem Based Learning, Gelombang Bunyi.

## Abstract

This study aims to produce an interactive e-module design based on Problem-based Learning on sound wave material for high school students in grade XI. The method used in this research is the Research and Development (R&D) method with the 4D development model modified into 2 stages, namely the Define, and Design stages. This interactive e-module is equipped with learning features such as text, images, videos, and animations, and interactive with features such as quizzes, practice questions, and navigation that make it easier for users to interact with learning materials. Using the Problem-Based Learning model with learning that centers learning on the problems presented. Then, students solve the problem with all their knowledge and skills from various sources that can be obtained. Based on the needs analysis conducted on 40 students in class XI, it was found that 40% of students learned to choose the subchapter of sound waves, 25% of students learned to choose the subchapter of thermodynamics, 17.5% of students learned to choose the subchapter of light waves, 12.5% of students learned to choose the subchapter of dynamic fluids, and 5% of students learned to choose the subchapter of temperature and heat as material that was still needed to make interactive electronic modules. Based on the needs

analysis, it can be stated that the development of interactive e-modules based on Problem-based Learning on sound waves material is needed.

**Keywords:** Interactive E-module, Problem-Based Learning, Sound Waves.

## PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika bertujuan untuk mengembangkan kemampuan analisis menggunakan konsep [1]. Menurut E. Budikase dan Nyoman, fisika merupakan suatu ilmu yang lebih banyak banyak memerlukan pemahaman dari pada penghafalan [2]. Dan menurut Yallie fisika merupakan bagian dari sains yang berkaitan dengan fenomena alam, dan pembelajarannya merupakan poses penemuan. Hal ini menunjukkan bahwa fisika harus menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center*) [3]. Ketidakmampuan siswa menghubungkan satu konsep dengan konsep lainnya menjadi masalah yang sering terjadi di kelas fisika [4]. Merdeka belajar ini memberikan kebebasan dalam bidang Pendidikan [5]. Menurut Andito dalam kemendikbud.2022, kurikulum merdeka dirancang untuk memberikan efek fleksibel, mulai dari segi alokasi waktu hingga materi pelajaran, tetapi tetap berfokus pada materi esensial, pengembangan karakter, dan kompetensi peserta didik agar pembelajaran yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa.

Gelombang bunyi termasuk dalam materi fisika yang bersifat abstrak. Oleh karena itu, diperlukan media atau bahan pembelajaran berbasis teknologi yang dapat menjelaskan konsep materi, seperti perambatan gelombang bunyi dari satu tempat ke tempat lain [6]. Bahan ajar elektronik atau yang lebih dikenal dengan e-modul harus bersifat interaktif dengan pengguna (siswa) sehingga mereka dapat belajar secara mandiri dan menyenangkan [7]. E-modul memiliki salah satu karakteristik yang sesuai dengan tujuan kurikulum merdeka yaitu fleksibel. Menurut Daryanto, adaptif memiliki sifat menyesuaikan terhadap perkembangan IPTEK, serta fleksibel digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu sehingga penggunaan e-modul oleh peserta didik efektif dan layak digunakan untuk mendukung proses belajar mandiri [8].

Peneliti melakukan analisis kebutuhan yang dilakukan kepada 40 peserta didik kelas XI di salah satu sekolah SMA Negeri Jakarta didapatkan sebanyak 40% peserta didik belajar memilih subbab gelombang bunyi, 25% peserta didik belajar memilih subbab termodinamika, 17,5% peserta didik belajar memilih subbab gelombang cahaya, 12,5% peserta didik belajar memilih subbab fluida dinamis, dan 5% peserta didik belajar memilih subbab suhu dan kalor sebagai materi yang masih dibutuhkan untuk membuat elektronik modul interaktif. Dari hasil tersebut materi gelombang bunyi dipilih paling banyak oleh peserta didik sebagai materi yang masih di butuhkan untuk membuat e-modul interaktif dengan alasan materi tersebut sulit untuk dipahami karena hanya di berikan rumus. Cahyanto sudah membuktikan dalam penelitiannya bahwa, e-modul interaktif pembelajaran fisika ini valid, efektif dan dapat diterapkan dalam pembelajaran gelombang bunyi [9]. Dan hal ini juga sudah di buktikan oleh Permatasari dalam penelitiannya bahwa, hasil pengembangan e-modul interaktif pembelajaran materi gelombang bunyi memenuhi kriteria baik serta sesuai dengan harapan guru dan siswa dapat dilihat dari isi konten yang sesuai dengan konsep pada setiap materi, mudah digunakan karena terdapat petunjuk penggunaannya, terdapat pula gambar, video, audio, animasi, dan simulasi peristiwa yang disajikan kontekstual sehingga e-modul lebih menarik [10].

Salah satu prinsip pembelajaran dalam kurikulum merdeka adalah proses pembelajaran mendukung perkembangan kompetensi dan karakter peserta didik secara holistik. Tujuan pendidikan holistik adalah membantu mengembangkan potensi individu dalam suasana pembelajaran yang lebih menyenangkan dan menggairahkan. Metode pembelajaran yang digunakan untuk mendukung terjadinya perkembangan kompetensi adalah belajar berbasis masalah. Di dalam kurikulum yang disusun, metode pembelajaran dan sistem penilaian hanya berisi informasi terkait dengan pembelajaran yang berpusat pada siswanya. Sesuai dengan prinsip kurikulum merdeka yakni mendalami konsep dan menguatkan kompetensi. Maka, metode pembelajaran yang cocok untuk digunakan adalah *Problem based learning* (PBL). Penelitian Muhammad menunjukkan bahwa model pembelajaran *problem based learning* dapat meningkatkan pemahaman konsep untuk merangsang peserta didik berpikir secara mandiri terkait masalah yang dipaparkan oleh pendidik [11]. Andani dkk., menyebutkan dalam penelitiannya bahwa, e-modul fisika berbasis *problem based learning*

(PBL) sangat efektif terhadap kemandirian belajar siswa. Efektivitas e-modul fisika berbasis PBL dapat diketahui dimana sebelum menggunakan e-modul fisika berbasis PBL ini kemandirian belajar siswa masih rendah sedangkan pada saat sesudah menggunakan e-modul fisika berbasis PBL kemandirian belajar siswa tinggi [12].

Berdasarkan penelitian Marinda dalam penelitiannya bahwa, menyatakan bahwa E-Modul Interaktif Fisika berbasis *Problem based learning* (PBL) layak digunakan dalam pembelajaran [13]. Penelitian Gita dkk, juga telah meneliti hasil penelitian menunjukkan bahwa, e-modul yang dikembangkan layak dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran berdasarkan penilaian validator. Karena dengan adanya e-modul fisika yang digabungkan menggunakan model pembelajaran *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa karena bentuk dari media belajar tersebut praktis menarik, dan dapat diakses pada situasi apapun, sehingga dapat digunakan secara mandiri [14].

Berdasarkan uraian diatas, untuk memenuhi capaian pembelajaran kurikulum merdeka pada materi gelombang bunyi yaitu Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang bunyi dalam menyelesaikan masalah [15]. Maka berkaitan dengan hal tersebut, peneliti melakukan suatu penelitian dengan judul “Desain E-modul Interaktif pada Materi Gelombang Bunyi Berbasis *Problem Based Learning*.”

## METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode penelitian dan pengembangan atau yang sering disebut dengan *Research and Development* (RnD). *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian untuk mengembangkan dan menguji produk yang nantinya akan dikembangkan dalam dunia pendidikan [16]. Model atau prosedur pengembangan produk ini mengacu pada model pengembangan 4D oleh S. Thiagarajan terdiri dari empat tahap pengembangan yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Karena penelitian ini hanya sampai *desain*, maka tahapan 4D yang digunakan yakni *define* dan *design*.

### Tahap Analisis Kebutuhan (Define)

Tahap pendefinisian atau analisa kebutuhan dapat dilakukan melalui analisa terhadap penelitian terdahulu dan studi literatur. S. Thiagarajan menyebutkan ada lima langkah yang bisa dilakukan pada tahap *define*, yakni meliputi: [16]

#### *Tahap Front-end Analysis (Analisa Awal)*

Pembelajaran fisika bertujuan untuk mengembangkan kemampuan analisis menggunakan konsep [1]. Menurut E. Budikase dan Nyoman, fisika merupakan suatu ilmu yang lebih banyak banyak memerlukan pemahaman dari pada penghafalan [2]. Hal ini menunjukkan bahwa fisika harus menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center*) [3]. Merdeka belajar ini memberikan kebebasan dalam bidang Pendidikan [5]. Menurut Andito, kurikulum merdeka dirancang untuk memberikan efek fleksibel, mulai dari segi alokasi waktu hingga materi pelajaran, tetapi tetap berfokus pada materi esensial, pengembangan karakter, dan kompetensi peserta didik agar pembelajaran yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa. Gelombang bunyi merupakan salah satu materi fisika yang bersifat abstrak, sehingga dibutuhkan media atau bahan ajar berbasis teknologi yang mampu menjelaskan konsep materi seperti perambatan gelombang bunyi dari satu tempat ketempat lainnya [6]. Bahan ajar elektronik atau yang lebih dikenal dengan e-modul harus bersifat interaktif dengan pengguna (siswa) sehingga mereka dapat belajar secara mandiri dan menyenangkan [7]. E-modul memiliki salah satu karakteristik yang sesuai dengan tujuan kurikulum merdeka yaitu fleksibel. Menurut Daryanto, adaptif memiliki sifat menyesuaikan terhadap perkembangan IPTEK, serta fleksibel digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu sehingga penggunaan e-modul oleh peserta didik efektif dan layak digunakan untuk mendukung proses belajar mandiri [8]. Salah satu prinsip pembelajaran dalam kurikulum merdeka adalah proses pembelajaran mendukung perkembangan kompetensi dan karakter peserta didik secara

holistik. Metode pembelajaran yang digunakan untuk mendukung terjadinya perkembangan kompetensi adalah belajar berbasis masalah. Sesuai dengan prinsip kurikulum merdeka yakni mendalami konsep dan menguatkan kompetensi. Maka, metode pembelajaran yang cocok untuk digunakan adalah *Problem based learning* (PBL). Jadi produk yang akan dikembangkan adalah “E-modul Interaktif pada Materi Gelombang Bunyi berbasis *Problem based learning*.”

#### *Tahap Learner Analysis (Analisa Peserta Didik)*

Peneliti telah melakukan analisis kebutuhan yang dilakukan kepada 40 peserta didik kelas XI di salah satu sekolah SMA Negeri Jakarta didapatkan sebanyak 40% peserta didik belajar memilih subbab gelombang bunyi, 25% peserta didik belajar memilih subbab termodinamika, 17,5% peserta didik belajar memilih subbab gelombang cahaya, 12,5% peserta didik belajar memilih subbab fluida dinamis, dan 5% peserta didik belajar memilih subbab suhu dan kalor sebagai materi yang masih dibutuhkan untuk membuat elektronik modul interaktif. Dari hasil tersebut materi gelombang bunyi dipilih paling banyak oleh peserta didik sebagai materi yang masih di butuhkan untuk membuat e-modul interaktif dengan alasan materi tersebut sulit untuk dipahami karena hanya di berikan rumus.

#### *Tahap Task Analysis (Analisa Tugas)*

Penggunaan e-modul interaktif pada materi gelombang bunyi berbasis *problem based learning* oleh peserta didik bertujuan dapat digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu sehingga penggunaan e-modul interaktif oleh peserta didik layak digunakan untuk mendukung proses belajar mandiri.

#### *Tahap Concept Analysis (Analisa Konsep)*

E-modul interaktif pada materi gelombang bunyi berbasis *problem based learning* berpacu pada kurikulum merdeka. Sehingga, capaian pembelajaran pada materi gelombang bunyi yaitu “Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip gejala gelombang bunyi dalam menyelesaikan masalah.”

#### *Tahap Specifying Instructional Objectives (Perumusan Tujuan Pembelajaran)*

Alur tujuan pembelajaran yang sesuai dengan capaian pembelajaran materi gelombang bunyi pada kurikulum merdeka. Adapun untuk alur tujuan pembelajarannya yaitu Menganalisis bentuk dan besaran fisis gelombang bunyi dalam keseharian; Menerapkan gelombang stasioner pada sumber bunyi; dan Merancang percobaan penerapan konsep dan prinsip gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

#### **Tahap Desain (Design)**

Tahap kedua dalam model 4D adalah perancangan (*design*). S. Thiagarajan menyebutkan ada empat langkah yang harus dilalui pada tahap ini, yakni meliputi: [16]

#### *Tahap Constructing Criterion-Referenced Test (Penyusunan Standar Tes)*

Berdasarkan hasil analisis peserta didik pada tahap define. Jenis tes acuan yang digunakan dalam pengembangan e-modul interaktif pada materi gelombang bunyi berbasis *problem based learning* antara lain angket validasi ahli, angket observasi guru dan angket respon peserta didik.

#### *Tahap Media Selection (Pemilihan Media)*

Pemilihan media memiliki tujuan untuk mempermudah peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Pemilihan media berdasarkan analisis awal dan analisis peserta didik berupa e-modul

interaktif fisika karena e-modul memiliki salah satu karakteristik yang sesuai dengan tujuan kurikulum merdeka yaitu fleksibel.

#### *Tahap Format Selection (Pemilihan Format)*

Pemilihan format pengembangan e-modul interaktif fisika berbasis *problem based learning* yakni memilih desain pembelajaran sesuai dengan prinsip kurikulum merdeka yakni mendalami konsep dan menguatkan kompetensi. E-modul yang disusun sesuai dengan model pembelajaran *problem based learning* untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa karena bentuk dari media belajar e-modul tersebut praktis menarik, dan dapat diakses pada situasi apapun, sehingga dapat digunakan secara mandiri [14].

#### *Tahap Initial Design (Rancangan Awal)*

Rancangan awal yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan isi *storyboard* dari e-modul interaktif fisika berbasis *problem based learning*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

E-modul ini mengacu model pembelajaran berbasis masalah atau *Problem Based Learning* (PBL) merupakan rangkaian aktivitas pembelajaran yang menekankan kepada proses penyelesaian masalah yang dihadapi secara ilmiah [17]. Sesuai dengan Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran yang merupakan implementasi dari RPP, meliputi kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup. Tahap 1 Pembelajaran Berbasis Masalah dapat dikategorikan sebagai bagian dari kegiatan pendahuluan, sedangkan tahap 2, 3, dan 4 merupakan bagian dari kegiatan inti. Tahap 5 dikategorikan sebagai bagian dari kegiatan penutup. Dibawah ini adalah TABEL 1. Tahap kegiatan pembelajaran dalam e-modul interaktif gelombang bunyi mengacu pada sintaks *Problem Based Learning* [18].

**TABEL 1.** Tahap kegiatan pembelajaran dalam e-modul interaktif gelombang bunyi mengacu pada sintaks *Problem Based Learning*

No	Kegiatan Pembelajaran	Fase	Aktivitas Buku
1	Kegiatan Pendahuluan	Orientasi peserta didik kepada masalah	Menjelaskan Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran, mengajukan fenomena atau cerita untuk memunculkan masalah, memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam pemecahan masalah yang diberikan.
2	Kegiatan Inti	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Memberikan sebuah kasus/bahan diskusi dalam pembelajaran untuk membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang diberikan.
		Melakukan investigasi individual maupun kelompok	Menyajikan materi pendukung dan mendiskusikan masalah atau kasus yang diberikan untuk mendorong peserta didik mengumpulkan informasi/teori yang sesuai, dan mendapat penjelasan pemecahan masalah.
		Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya berupa hasil pembahasan kasus/bahan diskusi untuk mendapatkan pemecahan masalah.
3	Kegiatan Penutup	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Peserta didik melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dalam proses-proses yang mereka gunakan.

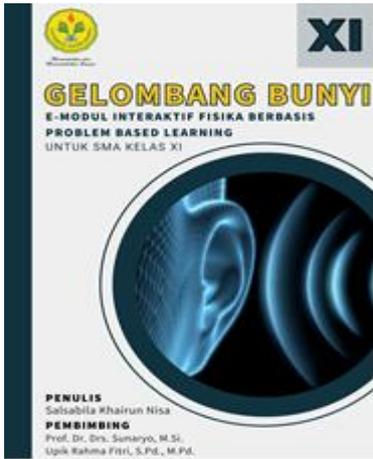
Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah desain dari e-modul interaktif fisika berbasis *problem based learning* terdapat pada TABEL 2. Dengan dibuatnya *storyboard* dari produk tersebut, diharapkan menghasilkan e-modul interaktif berbasis *Problem based Learning* (PBL) pada materi gelombang bunyi yang layak digunakan untuk siswa SMA kelas XI. Keseluruhan rancangan *storyboard* dari e-modul interaktif fisika berbasis *problem based learning* mengacu pada

karakteristik e-modul, prinsip e-modul, dan menerapkan unsur interaktif sebelum pengembangan dilakukan. Dalam *storyboard*, prinsip dan karakteristik dari dari modul elektronik yang akan dikembangkan akan merujuk pada Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah [19].

**TABEL 2.** *Storyboard* dari E-modul Interaktif Gelombang Bunyi berbasis *Problem Based Learning*

Bagian-bagian E-modul	Isi
Cover Depan	Logo instansi, judul buku, nama pengarang, tahun terbit dan gambar yang mewakili isi.
Kata Pengantar	Ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, penjelasan tujuan pembuatan buku, penjelasan adanya bantuan dari berbagai pihak, penjelasan tentang isi atau gambaran buku, penjelasan harapan penulis, permintaan saran dan kritik, dan penutup.
Daftar Isi	Urutan lembar halaman yang menjadi petunjuk pokok isi buku beserta nomor halaman pada penulisan.
Prasyarat E-Modul	Berisi syarat mengenai materi yang sudah dipahami sebelum belajar materi gelombang bunyi..
Deskripsi E-Modul	Berisi penjelasan singkat mengenai E-modul Interaktif materi gelombang bunyi berbasis <i>Problem Based Learning</i> .
Petunjuk Penggunaan E-Modul	Berisi petunjuk penggunaan modul, berupa perintah maupun cara menggunakan fitur-fitur yang terdapat dalam e-modul interaktif.
CP & ATP	Capaian pembelajaran yang mengacu dengan kurikulum merdeka dan Alur tujuan pembelajaran yang mengacu dengan capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka materi gelombang bunyi.
Peta Konsep	Bagan atau ilustrasi grafis yang menampilkan hubungan yang bermakna antara satu konsep dengan konsep lainnya.
Materi Pembelajaran	Berisi materi lengkap Gelombang Bunyi.
Quiz	Terdapat 6 quiz interaktif setiap poin dari materi gelombang bunyi, setiap quiz berisi 3 soal sederhana untuk mengasah pemahaman.
Contoh Kasus	Terdapat 4 contoh kasus kasus/permasalahan yang mengacu dengan sintaks <i>Problem Based Learning</i> . 2 kasus contoh kegiatan belajar 1 dan 2 kasus contoh kegiatan belajar 2.
Kegiatan Belajar 1	Terdapat 3 kasus/permasalahan yang mengacu dengan sintaks <i>Problem Based Learning</i> (Orientasi peserta didik kepada masalah, Mengorganisasi peserta didik untuk belajar, Melakukan investigasi individual maupun kelompok, Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, dan Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah).
Kegiatan Belajar 2	Terdapat 2 kasus/permasalahan yang mengacu dengan sintaks <i>Problem Based Learning</i> (Orientasi peserta didik kepada masalah, Mengorganisasi peserta didik untuk belajar, Melakukan investigasi individual maupun kelompok, Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, dan Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah).
Evaluasi Akhir	Terdapat 20 soal pilihan ganda tentang materi gelombang bunyi.
Rangkuman	Berisi materi gelombang bunyi dalam bentuk yang ringkas atau pendek.
Daftar Pustaka	Daftar referensi atau sumber-sumber yang digunakan dalam e-modul.
Cover Belakang	Logo instansi, judul buku, nama pengarang, deskripsi singkat e-modul.

Berikut ini adalah desain awal dari *storyboard* E-modul Interaktif Gelombang Bunyi berbasis *Problem Based Learning* yang akan dikembangkan sebagai berikut.



GAMBAR 1. Cover Depan



GAMBAR 2. Daftar Isi



GAMBAR 3. Peta Konsep



GAMBAR 4. Kegiatan Belajar 1



GAMBAR 5. Kegiatan Belajar 2



GAMBAR 6. Cover Belakang

Berdasarkan hasil kuesioner yang dilakukan kepada 40 peserta didik kelas XI di salah satu sekolah SMA Negeri Jakarta didapatkan sebanyak 40% peserta didik belajar memilih subbab gelombang bunyi, 25% peserta didik belajar memilih subbab termodinamika, 17,5% peserta didik belajar memilih subbab gelombang cahaya, 12,5% peserta didik belajar memilih subbab fluida dinamis, dan 5% peserta didik belajar memilih subbab suhu dan kalor sebagai materi yang masih dibutuhkan untuk membuat elektronik modul interaktif. Dari hasil tersebut materi gelombang bunyi dipilih paling banyak oleh peserta didik sebagai materi yang masih di butuhkan untuk membuat e-modul interaktif dengan alasan materi tersebut sulit untuk dipahami karena hanya di berikan rumus.

E-modul memiliki salah satu karakteristik yang sesuai dengan tujuan kurikulum merdeka yaitu fleksibel. Menurut Daryanto, adaptif memiliki sifat menyesuaikan terhadap perkembangan IPTEK, serta fleksibel digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu sehingga penggunaan e-modul oleh peserta didik efektif dan layak digunakan untuk mendukung proses belajar mandiri [8]. E-modul interaktif pembelajaran fisika ini valid, efektif dan dapat diterapkan dalam pembelajaran gelombang bunyi [9]. Menurut Permatasari dalam penelitiannya menyebutkan bahwa, hasil pengembangan e-modul interaktif pembelajaran materi gelombang bunyi memenuhi kriteria baik serta sesuai dengan harapan guru dan siswa dapat dilihat dari isi konten yang sesuai dengan konsep pada setiap materi, mudah digunakan karena terdapat petunjuk penggunaannya, terdapat pula gambar, video, audio, animasi, dan simulasi peristiwa yang disajikan kontekstual sehingga e-modul lebih menarik [16]. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, penelitian terdahulu, dan sesuai dengan

salah satu karakteristik kurikulum merdeka, peneliti memilih mengembangkan produk e-modul interaktif pada materi gelombang bunyi.

Salah satu prinsip kurikulum merdeka yakni mendalami konsep dan menguatkan kompetensi. Maka, metode pembelajaran yang cocok untuk digunakan adalah *Problem based learning* (PBL). Penelitian Muhammad menunjukkan bahwa model pembelajaran problem based learning dapat meningkatkan pemahaman konsep untuk merangsang peserta didik berpikir secara mandiri terkait masalah yang dipaparkan oleh pendidik [11]. E-Modul Interaktif Fisika berbasis *problem based learning* (PBL) layak digunakan dalam pembelajaran [13]. Penelitian Gita dkk., juga telah meneliti hasil penelitian menunjukkan bahwa, e-modul yang dikembangkan layak dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran berdasarkan penilaian validator. Karena dengan adanya e-modul fisika yang digabungkan menggunakan model pembelajaran problem based learning dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa karena bentuk dari media belajar tersebut praktis menarik, dan dapat diakses pada situasi apapun, sehingga dapat digunakan secara mandiri [14]. Berdasarkan penelitian terdahulu dan sesuai dengan salah satu prinsip kurikulum merdeka, peneliti memilih menggunakan sintaks pembelajaran *Problem based Learning* (PBL) pada e-modul yang akan dikembangkan ini.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dikembangkan suatu media pembelajaran e-modul interaktif pada materi gelombang bunyi berbasis *problem based learning*. Produk yang dikembangkan akan berisi sesuai dengan *storyboard* pada TABEL 1. Bagian-bagian e-modul terdapat cover depan; kata pengantar; daftar isi; prasyarat e-modul; deskripsi e-modul; petunjuk penggunaan e-modul; capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran mengacu pada kurikulum merdeka; peta konsep; materi pembelajaran yang terdiri dari sub materi karakteristik gelombang bunyi, cepat rambat bunyi, gejala gelombang bunyi, gelombang stasioner pada sumber bunyi, energi dan intensitas gelombang bunyi, aplikasi gelombang bunyi yang dilengkapi gambar, animasi, video, quiz, dan contoh kasus; kegiatan pembelajaran yang mengacu dengan sintaks *Problem Based Learning* terdiri dari kegiatan belajar 1 yang terdiri dari 3 kasus, dan kegiatan belajar 2 yang terdiri dari 2 kasus; evaluasi akhir menggunakan aplikasi quizizz, soal yang terdapat dalam evaluasi akhir adalah soal pilihan ganda dan hasil akhir siswa/skor nilai akhir langsung terlihat oleh siswa; rangkuman; daftar pustaka; dan cover belakang. E-modul interaktif ini dibuat menggunakan aplikasi canva yang selanjutnya diconvert ke PDF flip profesional. Setelah desain ini selesai akan dilakukan uji validasi oleh 1 dosen, 1 praktisi media dan 2 guru. Jika terdapat revisi pada tahap tersebut, maka produk akan diperbaiki berdasarkan saran dan masukan. Selanjutnya jika sudah direvisi e-modul interaktif pada materi gelombang bunyi berbasis *problem based learning* akan diujicoba kepada siswa SMA kelas XI dan diharapkan menjadi media yang layak digunakan sebagai media pembelajaran yang bersifat fleksibel dapat digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu untuk mendukung proses belajar mandiri.

## SIMPULAN

Produk yang di hasilkan berupa desain E-modul Interaktif pada Materi Gelombang Bunyi berbasis *Problem Based Learning*. Diharapkan produk ini dapat memperkaya inovasi media pembelajaran dengan menerapkan e-modul interaktif gelombang bunyi sebagai sarana pembelajaran yang disusun sesuai model pembelajaran *Problem Based Learning* mampu membantu siswa untuk memecahkan permasalahan dalam materi. Dan produk bersifat fleksibel dapat digunakan dimana saja dan kapan saja tidak tergantung oleh waktu untuk mendukung proses belajar mandiri.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pembuatan E-modul Interaktif pada Materi Gelombang Bunyi berbasis *Problem Based Learning* dan yang telah memberikan kritik serta saran dalam proses pembuatan produk ini. Kritik dan saran yang diberikan sangat membantu dan bermanfaat.

**REFERENSI**

- [1] K. Fenditasari *et al.*, "Identification of misconceptions on heat and temperature among physics education students using four-tier diagnostic test," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1470, no. 1, 2020.
- [2] D. A. Safitri, H. Sri, S. Eny, "Identifikasi Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke Menggunakan Model Pembelajaran Direct Instruction di SMAN 4 Jember," *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, vol. 4, no. 1, pp. 141-145, 2019.
- [3] S. Hartini, D. Suci Abyati, M. Abdul Salam, "Developing high school physics teaching materials through 7E learning cycle model," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1422, no. 1, 2020.
- [4] R. Sagala *et al.*, "The effectiveness of stem-based on gender differences: The impact of physics concept understanding," *European Journal of Educational Research*, vol. 8, no. 3, pp. 753-761, 2019.
- [5] H. Hutabarat, E. Rahmatika, S. H. Muhammad, "Analisis Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar di SMA Negeri Sekota Padang Sidempuan," *Jurnal MathEdu (Mathematic Education Journal)*, vol. 5, no. 3, pp. 58-69, 2022.
- [6] F. Rahmawati, S. Sarwanto, S. Budiawanti, "Persepsi Guru Fisika Terhadap Kebutuhan E-Modul Berbasis Android Dengan Model Hybrid-PBL pada Materi Gelombang Bunyi," *In Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, vol. 10, 2022.
- [7] Asmianto *et al.*, "Developing Android-Based Interactive E-Modules on Trigonometry to Enhance the Learning Motivation of Students," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 16, no. 2, pp. 159-170, 2022.
- [8] E. Lestari, L. Nulhakim, D. Indah Suryani, "Pengembangan E-modul Berbasis Flip Pdf Professional Tema Global Warming Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas VII," *PENDIPA Journal of Science Education*, vol. 6, no. 2, pp. 338-345, 2022.
- [9] Cahyanto, Arman, Albertus Djoko Lesmono, "Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Articulate Storyline 3 untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pokok Bahasan Gelombang Bunyi," *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPPF)*, vol. 3, no. 2, pp. 154-164, 2022.
- [10] S. V. G. Permatasari, P. Pujayanto, A. Fauzi, "Pengembangan E-Modul Interaktif Materi Gelombang Bunyi dan Cahaya Berbasis VAK Learning," *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, vol. 11, no. 2, pp. 102-109, 2021.
- [11] M. Y. Hidayat, H. M. Siti Rikha, "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep," *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 2, pp. 25-30, 2022.
- [12] T. Andani *et al.*, "Efektivitas Penggunaan E-Modul Fisika Sebagai Bahan Ajar Berbasis problem Based Learning (PBL) terhadap Kemandirian Belajar Siswa," *EKSAKTA : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, vol. 7, no. 2, pp. 201-208, 2020.
- [13] F. Marinda, N. Muhammad, S. Saprudin, "Pengembangan Konten E-Modul Interaktif Materi Getaran dan Gelombang Berbasis Problem Based Learning," *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 11, no. 1, pp. 94-107, 2023.
- [14] D. R. Gita, M. Dewati, "Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa," *In SINASIS (Seminar Nasional Sains)*, vol. 3, no. 1, 2022.
- [15] Kemendikbud, "Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka," 2022.

- [16] A. Maydiantoro, “Model-Model Penelitian Pengembangan (Research and Development),” *Jurnal Pengembangan Profesi Pendidik Indonesia (JPPPI)*, 2021.
- [17] L. Lismaya, “Berpikir Kritis & PBL: (Problem Based Learning),” *Jurnal Media Sahbat Cendekia*, 2019.
- [18] A. H. Fauzi, “Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Kubus dan Balok,” *Media Sains Indonesia*, 2021.
- [19] Kemendikbud, “Panduan Praktis Penyusun E-Modul Pembelajaran,” Direktorat Pembinaan SMA, Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017.