

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian

Pada bab ini akan dideskripsikan hasil dan pembahasan terkait penelitian pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis *Project Based Learning* (PjBL) alat praktikum DiBu pada materi gelombang bunyi. Pengembangan menggunakan model ADDIE dengan tahapan (*Analyse – Design – Develop – Implementation – Evaluate*), namun pada penelitian pengembangan ini hanya dilakukan sampai penilaian kelayakan berupa validitas dan kepraktisan produk, tidak sampai menilai keefektifan dari produk yang dikembangkan melihat keterbatasan waktu dan sumber daya. Langkah-langkah penelitian pengembangan diuraikan sebagai berikut:

4.1.1 Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah analisis kebutuhan dengan melakukan observasi di SMAN 1 Luragung dan wawancara kepada guru mata pelajaran fisika. Pengumpulan data dilakukan untuk dijadikan acuan dasar perlunya dikembangkan produk. Hasil analisis yang telah dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

4.1.1.1 Hasil Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan peneliti melakukan observasi tentang keadaan dan kelengkapan sarana dan prasarana pembelajaran di SMAN 1 Luragung didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Observasi Studi Pendahuluan

Aspek	Indikator	Ya	Tidak	Keterangan
Kegiatan Pembelajaran di kelas	Terdapat permasalahan selama proses pembelajaran fisika	✓		<ul style="list-style-type: none">• peserta didik seringkali tidak fokus ketika kegiatan pembelajaran• peserta didik mengalami kesulitan pemahaman materi karena minimnya bahan ajar dan media pembelajaran

Aspek	Indikator	Ya	Tidak	Keterangan
Jenis - jenis media pembelajaran di kelas/ sekolah	Ketersediaan media pembelajaran di kelas/ sekolah	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Papan tulis • Proyektor • Layar proyektor • Speaker
	Ketersediaan media pembelajaran pada materi gelombang bunyi		✓	<ul style="list-style-type: none"> • Belum tersedia media pembelajaran untuk menunjang kegiatan praktikum peserta didik
Bahan ajar	Ketersediaan dan penggunaan bahan ajar pada materi gelombang bunyi	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Buku paket sekolah

Analisis kebutuhan juga dilakukan dengan memberikan angket kepada peserta didik untuk mengetahui kebutuhan penggunaan media pembelajaran. Hasil analisis selanjutnya berguna untuk membantu peneliti dalam proses pengadaan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Peserta didik mengisi angket melalui *google form* yang disebarluaskan pada tanggal 10 Februari 2023. Angket analisis kebutuhan berisikan 10 poin pertanyaan dengan 5 opsi jawaban. Angket analisis kebutuhan dapat diakses oleh peserta didik melalui link berikut <https://bit.ly/AnalisisKebutuhanLKPDDiBu>. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan peserta didik menunjukkan bahwa 61,5% peserta didik membutuhkan LKPD yang menarik sebagai bahan ajar yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi gelombang bunyi. Data tambahan diperoleh melalui analisis kebutuhan peserta didik yang menunjukkan 58,3% peserta didik menginginkan kegiatan pembelajaran berbasis proyek menggunakan LKPD pada materi gelombang bunyi.

4.1.1.2 Hasil Analisis Kurikulum

Kurikulum yang digunakan di SMAN 1 Luragung adalah kurikulum 2013. Materi gelombang bunyi idasarkan pada kompetensi inti dan kompetensi dasar yang merujuk pada Permendikbud Nomor 37 Tahun 2018. Setelah melakukan analisis terhadap kompetensi inti dan kompetensi dasar tersebut, kemudian disusun beberapa indikator pencapaian kompetensi diantaranya, (1) Mengklasifikasikan gejala yang terjadi pada gelombang bunyi, (2) Menyelidiki peristiwa yang

merupakan gejala gelombang bunyi, (3) Menjelaskan syarat terjadinya difraksi gelombang bunyi, (4) Menganalisis pola destruktif difraksi gelombang bunyi, (5) Melakukan percobaan peristiwa gejala perambatan gelombang bunyi menggunakan media pembelajaran DiBu, (6) Melakukan percobaan peristiwa peredaman gelombang bunyi menggunakan media pembelajaran DiBu, (7) Melakukan percobaan peristiwa difraksi gelombang bunyi menggunakan media pembelajaran DiBu, (8) Membaca skala pada alat pengukur intensitas bunyi, (9) Mengidentifikasi pemanfaatan dan dampak pemantulan bunyi dalam kehidupan sehari – hari, (10) Mengidentifikasi dampak Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari dan Teknologi.

4.1.2 Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahap ini menggambarkan kegiatan perancangan LKPD untuk alat praktikum DiBu. LKPD yang dikembangkan ini berisi ringkasan materi tentang konsep gelombang bunyi, gejala-gejala pada gelombang bunyi, spesifikasi alat praktikum DiBu, dan langkah-langkah percobaan praktikum. Adapun beberapa hal yang dilakukan dalam tahap perencanaan produk pengembangan LKPD ialah sebagai berikut:

4.1.2.1 Pengkajian Materi

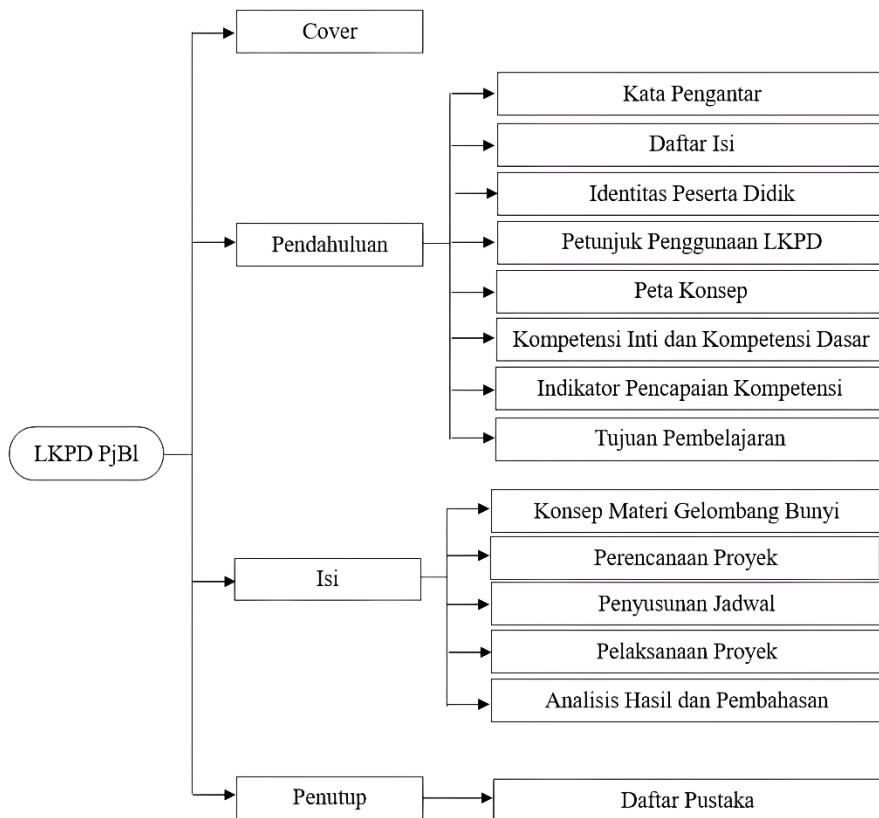
Pengkajian materi bertujuan untuk merancang konten pembelajaran yang relevan, informatif, dan efektif. Berdasarkan tahap analisis kurikulum yang digunakan pada LKPD ini adalah materi gelombang bunyi yang dikembangkan menyesuaikan kompetensi dasar dan kompetensi inti kurikulum 2013. Materi yang disajikan bersumber dari buku ajar fisika yang ditulis oleh Marthen Kanginan yang berjudul “Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI Berdasarkan Kurikulum 2013 Revisi” dan buku ajar fisika yang ditulis oleh Paul. A Tipler yang berjudul “Fisika : untuk sains dan teknik” edisi ketiga jilid 1 diterbitkan pada tahun 1998. Materi yang disajikan pada LKPD terdiri dari konsep dasar gelombang bunyi, gejala – gejala pada gelombang bunyi, kegiatan praktikum menggunakan alat praktikum DiBu pada peristiwa gejala perambatan, peredaman, dan difraksi gelombang bunyi.

4.1.2.2 Rancangan Awal

Media pembelajaran dalam bentuk LKPD yang di kombinasi dengan metode *Project Based Learning*. Pembuatan LKPD ini menggunakan aplikasi Canva, menggunakan ukuran kertas 21cm x 29,5cm (A4), menggunakan jenis *font Times New Roman, Montserrat Classic, Arial Nova Condensed, Abhaya Libre ExtraBold, Abhaya Libre Reguler, Tex Gyre Termes, RoxboroughCF Bold, Canva Sans*, dengan ukuran 11 – 16 dan spasi 1,16. Pembuatan LKPD ini menggunakan aplikasi Canva.

Penyusunan LKPD dimulai dengan pembuatan desain *cover* dan desain isi LKPD. Bagian pendahuluan LKPD berisi *cover* depan, kata pengantar, daftar isi, identitas peserta didik, petunjuk penggunaan LKPD, peta konsep, kompetensi isi dan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran. Bagian isi LKPD berisikan materi gelombang bunyi dan praktikum gelombang bunyi menggunakan alat praktikum DiBu, analisis hasil dan pembahasan. Kemudian pada bagian penutup berisikan daftar pustaka.

Tahapan awal yang dilakukan peneliti dalam mengembangkan LKPD adalah mendesain *cover* depan dengan perpaduan warna hitam dan putih, dilengkapi dengan gambar yang merepresentasikan isi LKPD. Langkah berikutnya, peneliti membuat desain untuk setiap halaman dengan perpaduan warna hijau *emerald, cream, biru dongker, dan merah*, yang dipadukan sedemikian rupa sehingga menghasilkan perpaduan warna yang dapat membuat peserta didik tidak merasa bosan ketika membuka LKPD. Peneliti membuat desain pada setiap halaman, dan nomor halaman dibagian kanan atas. Nomor halaman yang ada di LKPD memiliki dua macam penulisan yaitu halaman dengan romawi yang dimulai dari (i) sampai (ii) untuk bagian kata pengantar dan daftar isi, sedangkan halaman yang dimulai dari angka 1 sampai 26 untuk identitas peserta didik, petunjuk penggunaan LKPD, peta konsep, kompetensi isi dan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran, materi gelombang bunyi, kegiatan praktikum, analisis hasil dan pembahasan, dan daftar pustaka.



Gambar 4. 1 Flowchart LKPD *Project Based Learning* alat praktikum DiBu

Kegiatan pembelajaran menggunakan LKPD ini diawali dengan penerapan gelombang bunyi di kehidupan sehari-hari, ringkasan materi gelombang bunyi, dan kegiatan praktikum menggunakan metode pembelajaran *Project Based Learning* dimulai dengan penentuan proyek, rancangan langkah-langkah proyek, penyusunan jadwal pelaksanaan proyek, penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru, penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek, dan evaluasi proses dan hasil proyek. Sintaks ini sebagai acuan dalam pembuatan LKPD sehingga dihasilkannya LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi gelombang bunyi.

4.1.2.3 Perencanaan Instrumen

Instrumen yang digunakan berupa angket (kuisioner) yang disusun untuk memvalidasi dan mengevaluasi LKPD yang telah dibuat. Penyusunan instrumen dilakukan berdasarkan aspek-aspek yang disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan pembuatan LKPD. Instrumen diberikan kepada tim validator ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran untuk menguji kelayakan bahan ajar sebelum diuji coba

ke lapangan, dan angket diberikan kepada pendidik dan peserta didik setelah produk layak untuk diuji coba untuk mendapatkan data uji kepraktisan.

Instrumen penilaian uji kelayakan produk yang telah dikembangkan berupa angket daftar isi (*check list*) dengan skala likert 1-5 untuk ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, serta pendidik dan peserta didik. Perancangan instrumen penilaian diawali dengan penyusunan kisi-kisi angket dan selanjutnya disusun angket penilaian yang akan diberikan kepada para ahli untuk mengetahui kualitas produk. Serta angket untuk pendidik dan peserta didik untuk mengetahui respon pendidik dan respon peserta didik terhadap bahan ajar yang telah dikembangkan.

4.1.3 Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan (*Development*) meliputi kegiatan pembuatan media pembelajaran menggunakan aplikasi Canva, mengetahui hasil validasi produk oleh validator. Proses pembuatan produk dilakukan pada bulan April – September 2023. Langkah pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan aplikasi Canva pada laptop, kemudian menyusun/ membuat LKPD dengan komponen yang sudah disiapkan sebelumnya pada tahap *design*, selanjutnya memuat LKPD dalam bentuk PDF dan dicetak, selain tersedia dalam bentuk *hard file* LKPD juga di *publish* pada *Google Drive* sehingga peserta didik dan pendidik dapat mengakses melalui *barcode* yang telah disediakan oleh peneliti pada *cover* LKPD. Berikut uraian produk yang telah selesai dibuat sebelum melakukan uji validasi oleh validator ahli.

4.1.3.1 Hasil Produk LKPD

a) *Cover* LKPD

Tampilan *cover* merupakan halaman pertama LKPD memuat judul LKPD dan terdapat gambar yang menginterpretasikan isi LKPD. Pada *cover* LKPD juga terdapat *barcode* untuk mengakses LKPD secara digital.



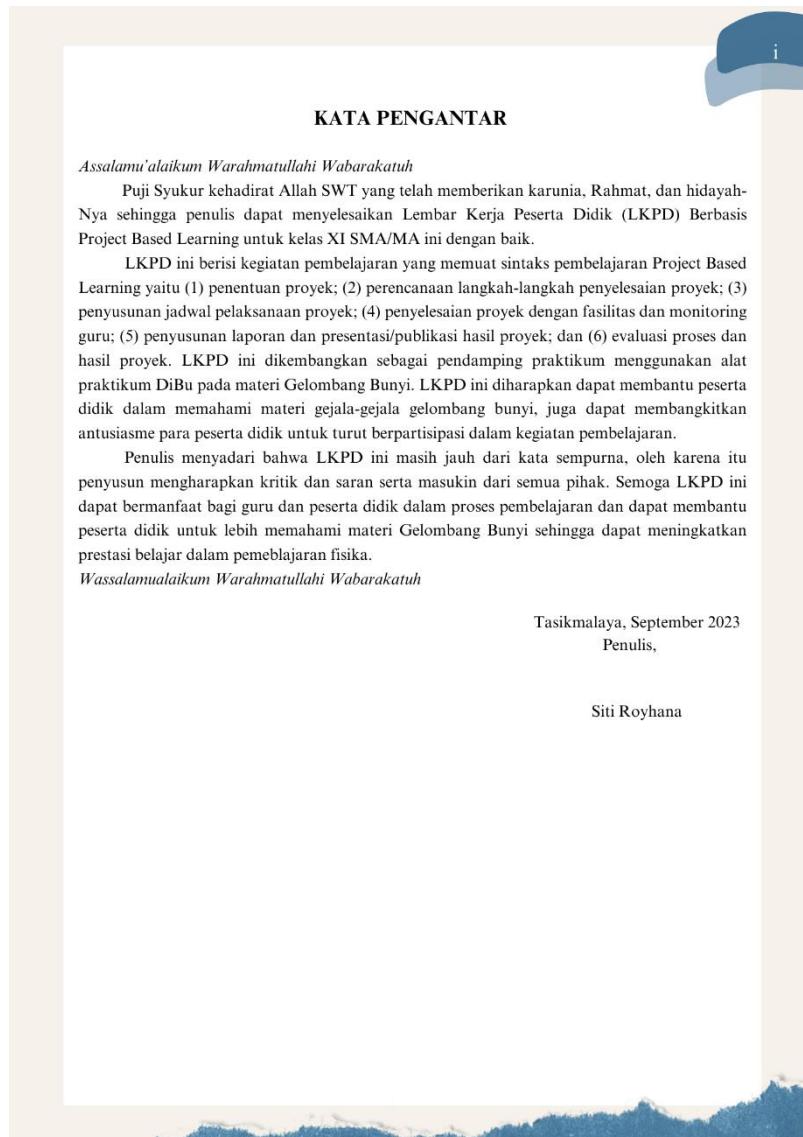
Gambar 4. 2 Tampilan cover LKPD

b) Tampilan Pendahuluan LKPD

Bagian pendahuluan yang terstruktur, terdapat beberapa komponen penting yang mendukung kelancaran proses pembelajaran. Mulai dari kata pengantar, daftar isi, identitas peserta didik, hingga petunjuk penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Selain itu, terdapat peta konsep yang secara visual menggambarkan materi yang perlu dipahami oleh peserta didik, memberikan gambaran komprehensif untuk memandu pembelajaran. Bagian ini juga mencakup kompetensi isi dan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, serta tujuan pembelajaran yang harus dikuasai oleh peserta didik. Dengan menyeluruhnya

struktur pendahuluan ini, diharapkan peserta didik dapat memahami dengan baik konteks pembelajaran yang akan dipelajari.

Bagian pertama yaitu kata pengantar berisikan ucapan terimakasih peneliti yang ditujukan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses menyelesaikan LKPD berbasis *Project Based Learning*, permohonan maaf peneliti atas kekurangan LKPD yang telah dibuat, dan permintaan kritik dan saran yang membangun bagi peneliti. Tampilan kata pengantar ditunjukkan pada Gambar 4.3.



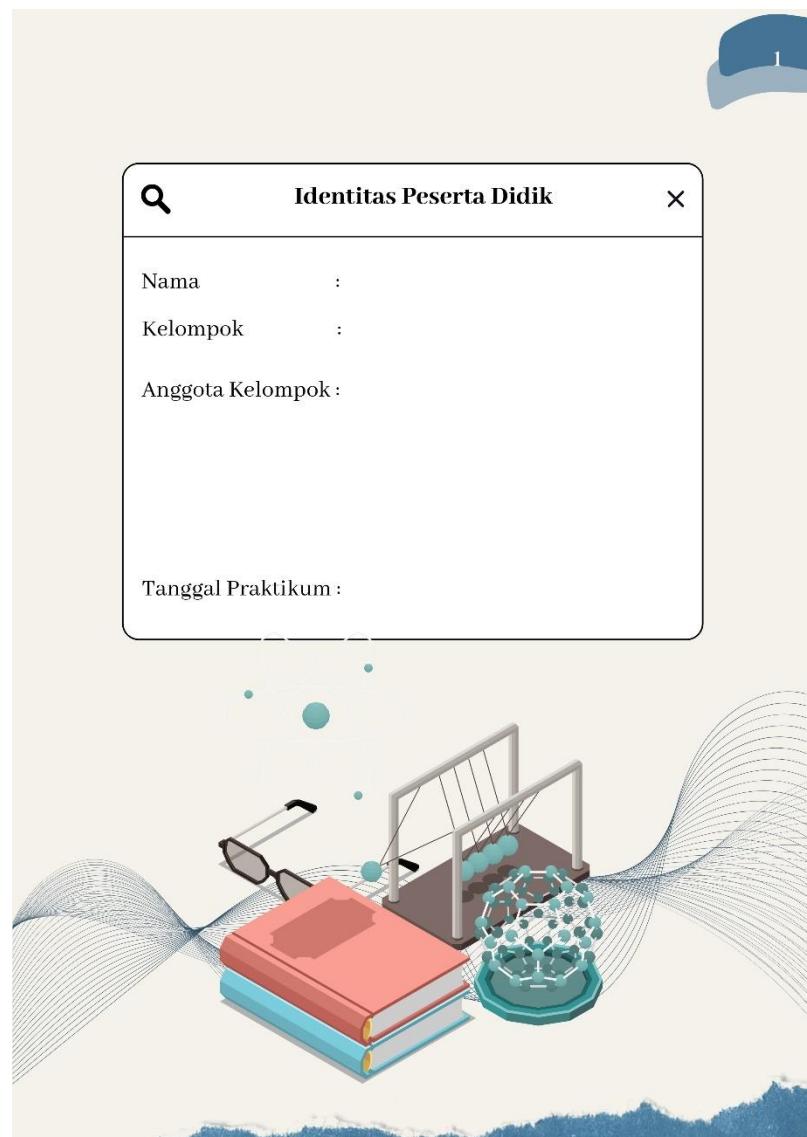
Gambar 4. 3 Tampilan Kata Pengantar

Bagian selanjutnya yaitu daftar isi berisikan urutan isi dari LKPD yang dapat mempermudah pendidik dan peserta didik dalam menggunakan LKPD. Tampilan daftar isi disajikan pada Gambar 4.4.

KATA PENGANGAR	i
DAFTAR ISI	ii
Identitas Peserta Didik	1
Petunjuk Penggunaan LKPD.....	2
Peta Konsep.....	3
Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar.....	4
Indikator Pencapaian Kompetensi dan Tujuan Pembelajaran.....	5
Informasi Pendukung	6
Kegiatan Proyek	11
Analisis Hasil dan Pembahasan.....	22
Daftar Pustaka	23

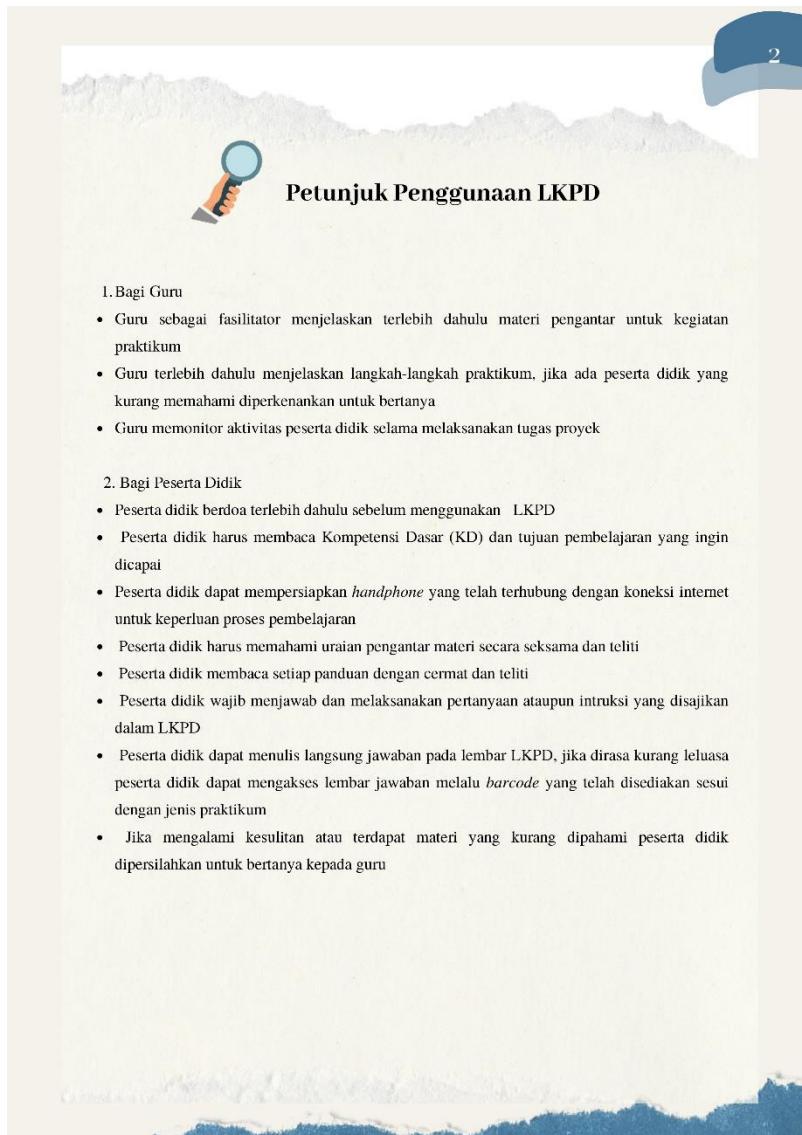
Gambar 4. 4 Tampilan Daftar Isi

Bagian selanjutnya identitas peserta didik ini nantinya diisi oleh peserta didik dan menuliskan nama-nama anggota pada setiap kelompoknya, serta waktu pelaksanaan kegiatan praktikum. Tampilan identitas peserta didik disajikan pada Gambar 4.5



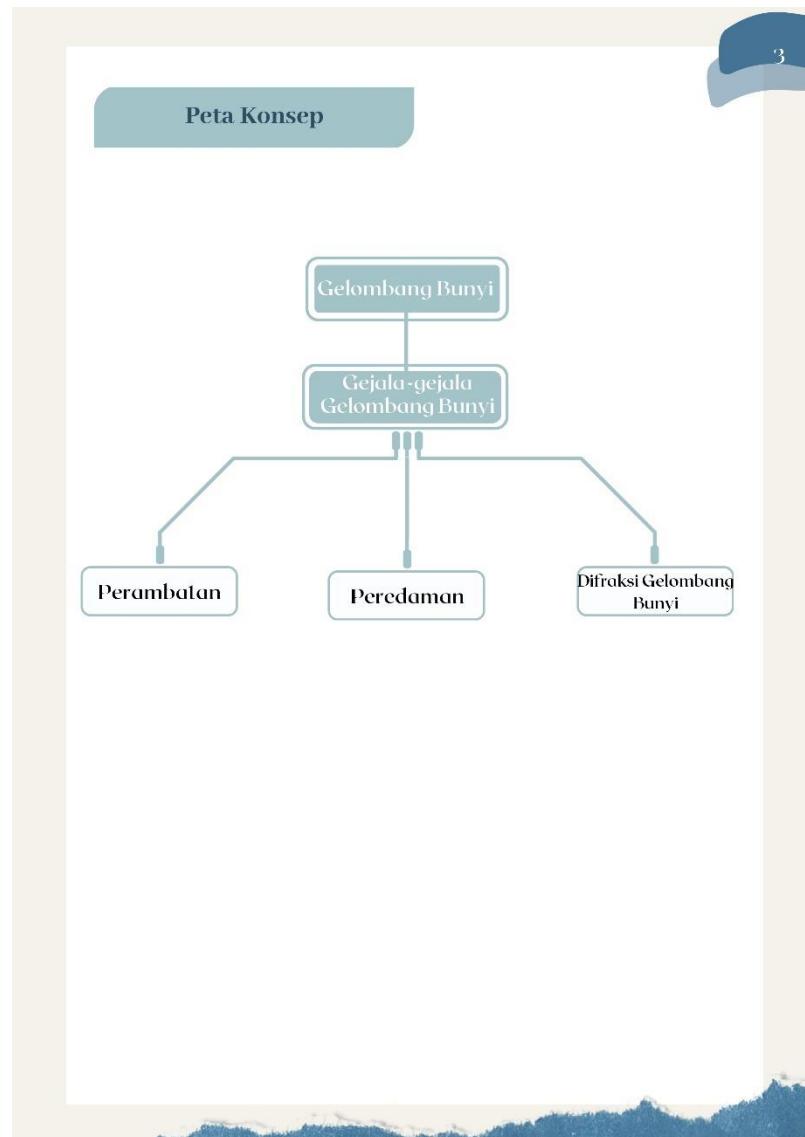
Gambar 4. 5 Tampilan Identitas Peserta Didik

Petunjuk penggunaan LKPD berisikan langkah-langkah penggunaan LKPD bagi Guru dan Peserta didik yang bertujuan untuk mempermudah guru dan peserta didik selama menggunakan LKPD pada kegiatan pembelajaran. Tampilan petunjuk penggunaan LKPD disajikan pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Tampilan Petunjuk Penggunaan

Selanjutnya adalah halaman peta konsep berisi bagan materi yang menggambarkan materi yang perlu dikuasai oleh peserta didik pada materi gelombang bunyi. Halaman kompetensi isi dan kompetensi dasar yang terdapat dalam materi gelombang bunyi yang harus di kuasai oleh peserta didik.



Gambar 4. 7 Tampilan Peta Konsep

Pada halaman selanjutnya berisikan indikator pencapaian kompetensi yang ingin dicapai oleh peserta didik. Tampilan KI dan KD disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tampilan KI dan KD

Pada halaman selanjutnya tujuan pembelajaran yang ingin dicapai oleh peserta didik. Tujuan pembelajaran yang dibuat disesuaikan dengan kompetensi dasar dan kompetensi inti. Tampilan indikator pencapaian dan tujuan pembelajaran disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.9 Tampilan Indikator Pencapaian Kompetensi dan Tujuan Pembelajaran

c) Tampilan Isi LKPD

Tampilan isi yang digunakan pada LKPD sebagai *handout* untuk alat praktikum DiBu yang di kombinasi dengan model pembelajaran *Project Based Learning*. Tampilan pada isi LKPD memuat konsep materi gelombang bunyi, penerapan dalam kehidupan sehari-hari, dan kegiatan praktikum. Materi gelombang bunyi yang terdapat dalam LKPD disesuaikan dengan kurikulum 2013 revisi yang digunakan di sekolah tempat peneliti melakukan penelitian, materi yang ditampilkan menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik disertai dengan gambar yang menarik.

6

Tahukah Kamu? 

Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang terbentuk gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarannya. Bunyi dapat merambat dalam zat padat, zat cair, dan gas. Gelombang bunyi yang paling sederhana adalah gelombang sinusoidal yang memiliki frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang tertentu. Seperti contoh: gitar, ultrasonografi, dan fotometer. Telinga manusia peka terhadap gelombang bunyi dengan jangkauan frekuensi antara 20 Hz – 20.000 Hz. Jangkauan ini dikenal sebagai jangkauan suara yang dapat didengar (audible range). Gelombang bunyi dengan frekuensi di luar daerah jangkauan yang dapat didengar mungkin dapat sampai ke telinga, tetapi kita tidak sadar akan frekuensi tersebut. Gelombang bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz disebut gelombang ultrasonik. Anjing dan kelelawar adalah hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik. Gelombang bunyi yang frekuensinya di bawah 20 Hz disebut gelombang infrasonik. Sumber-sumber gelombang infrasonik adalah gempa bumi, gunung meletus, halilintar, dan gelombang-gelombang yang dihasilkan oleh getaran mesin yang sangat kuat.



Pernahkah kalian menonton film di dalam bioskop?
Bagaimana suara film yang terdengar oleh kalian?
Mengapa suara film dari studio satu tidak terdengar ke studio lainnya?

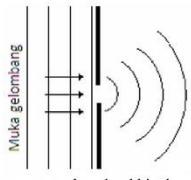
Gambar 4. 10 Tampilan Penerapan Gelombang Bunyi pada Studio Bioskop

Informasi Pendukung

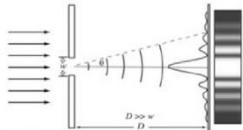
Memahami Konsep Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi merambat pada medium, sehingga disebut gelombang mekanik. Cepat rambat gelombang bunyi memenuhi persamaan $v = \lambda f$. Nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara dianggap 340 m/s.

Gelombang bunyi merambat dari sumber bunyi ke segala arah. Saat gelombang bunyi menemui suatu penghalang, akan terjadi beberapa kemungkinan bergantung pada bahan penghalangnya, bisa **dipantulkan**, bisa **dibelokkan**, **diteruskan**, atau **diredam**. Jika dipantulkan atau dibelokkan maka gelombang bunyi akan mengalami perubahan arah rambat, jika diredam atau diteruskan maka gelombang bunyi disatu titik dengar akan mengalami perubahan pada **amplitudo** gelombang bunyinya. Gelombang bunyi yang melalui satu celah kecil atau tepi rintangan yang tipis atau runcing akan mengalami **difraksi**, jika melalui dua celah kecil maka gelombang bunyi yang keluar dari kedua celah itu akan mengalami **interferensi**.



Muka gelombang
www.ahmadsyahbio.tk



slideshare.net

Gambar 4. 11 Tampilan Pemahaman Konsep Gelombang Bunyi

Pada bagian isi LKPD mengenai tahapan model *Project Based Learning* yang dimulai dari tahap penentuan proyek, tahap menyusun perencanaan proyek, tahap menyusun jadwal pelaksanaan proyek, tahap penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring pendidik, tahap penyusunan laporan dan presentasi proyek, dan terakhir adalah tahap evaluasi proses dan hasil proyek.

10

Gejala-Gejala pada Gelombang Bunyi

- a. Pemantulan (refleksi)
Bunyi mengalami pemantulan (refleksi) yaitu pada saat gelombang bunyi yang datang mengenai permukaan suatu medium yang keras kemudian kembali lagi ke medium asalnya dengan sudut yang sama.
- b. Pembiasan (refraksi)
Suatu gelombang bunyi akan dikatakan mengalami pembiasan (refraksi) apabila gelombang bunyi merambat dan memasuki medium yang berbeda, maka gelombang bunyi tersebut akan dibelokkan. Refraksi terjadi apabila gelombang bunyi dari suatu medium memasuki medium lain dengan sudut tertentu.
- c. Perpaduan (interferensi)
Perpaduan (interferensi) gelombang bunyi merupakan perpaduan dua gelombang dengan frekuensi dan beda fase yang saling bertemu dan saling berinteraksi pada medium yang sama.
- d. Pelenturan (difraksi)
Pelenturan (difraksi) gelombang bunyi merupakan suatu peristiwa pelenturan gelombang bunyi pada saat melewati celah yang ukurannya satu orde dengan panjang gelombangnya.
- e. Resonansi dan pelayangan bunyi
Resonansi merupakan peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena adanya pengaruh benda lain yang bergetar didekatnya.
- f. Efek Doppler
Efek Doppler terjadi apabila ada suatu gerak relatif antara sumber gelombang dan pengamat. Pada saat sumber bunyi dan pengamat bergerak saling mendekati, pengamat mendengar frekuensi bunyi yang lebih tinggi daripada frekuensi bunyi yang dipancarkan sumber.



Gambar 4. 12 Tampilan Materi Gelombang Bunyi

II

Perencanaan Proyek

Setelah kalian memahami konsep gelombang bunyi, ayo kita melakukan percobaan perambatan gelombang bunyi. Persiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan



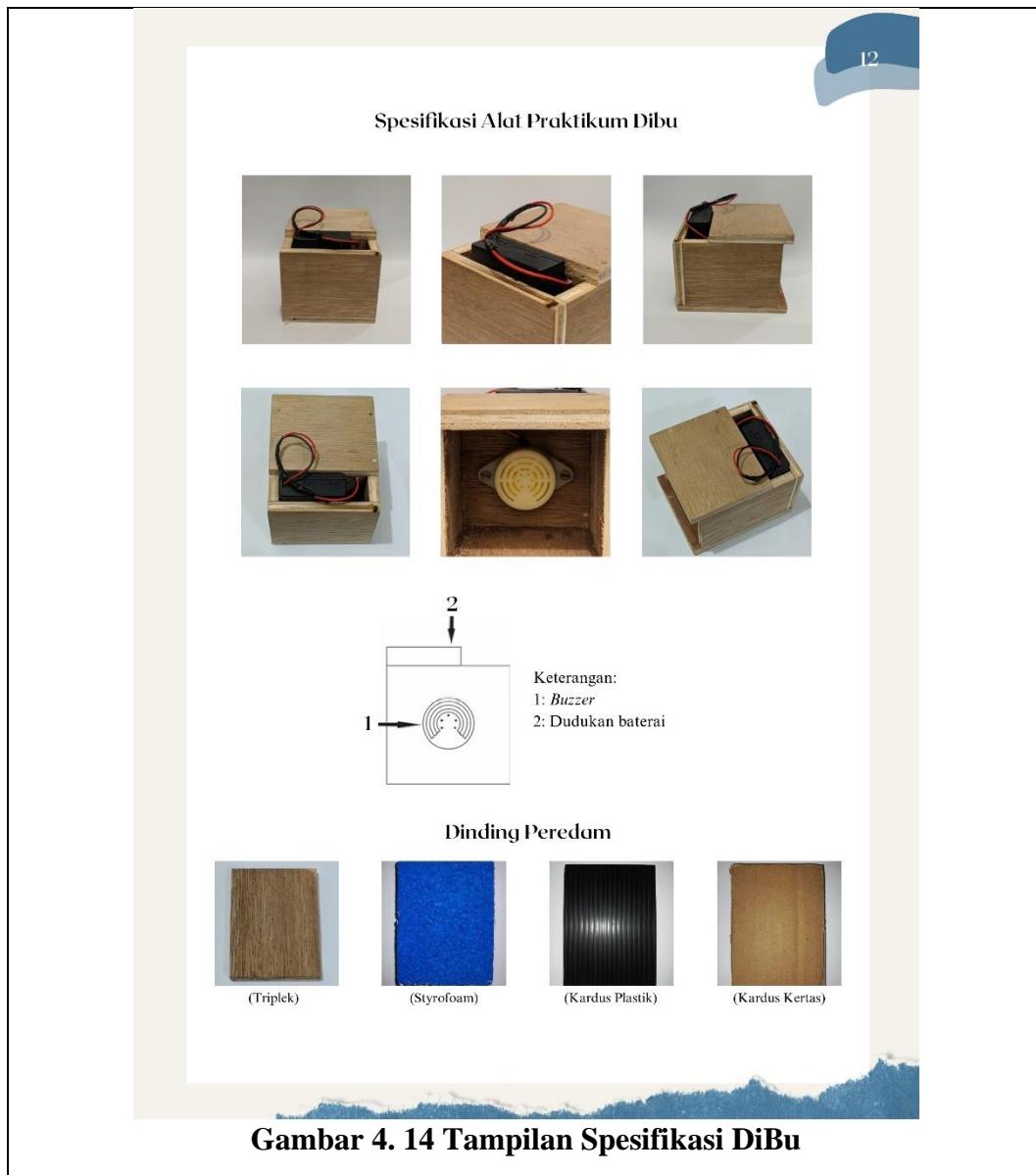
- 1. Satu set DiBu
- 2. Penggaris 1 meter
- 3. Alat tulis
- 4. Kalkulator
- 5. Desibel meter



For iOS For Android

Gambar 4. 13 Tampilan Perencanaan Proyek

Kegiatan – kegiatan yang terdapat dalam LKPD berguna mengumpulkan data setelah kegiatan praktikum yang dilakukan oleh peserta didik, selain itu dengan adanya analisis pembahasan dan hasil dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam proses pembelajaran.



Penyusunan Jadwal

Waktu memulai praktikum:
Waktu selesai praktikum:

Kegiatan	Keterangan
Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan	
Melakukan percobaan dan mengamati hasil yang ditunjukkan	
Mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari percobaan yang dilakukan dengan konsep yang telah dipelajari	

Berilah skor pada kolom keterangan jika kegiatan telah dilakukan:

4 : Melakukan kegiatan dengan sempurna
 3 : Melakukan Kegiatan dengan sedikit kegiatan
 2 : Melakukan Kegiatan tidak dengan benar
 1 : Tidak melakukan kegiatan

Pelaksanaan Proyek

Praktikum I

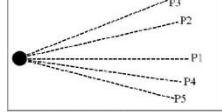
Praktikum 1 : Percobaan perambatan gelombang bunyi
 Tujuan : Untuk menunjukkan perambatan gelombang bunyi

Langkah Percobaan:

1. Mengukur tingkat intensitas bunyi saat buzzer off, pada suatu jarak pada lima tempat berbeda yang memiliki nilai taraf intensitas yang sama. Dicatat dan ditandai posisinya;
2. Mengukur jarak kelima titik tempat yang ditandai dari sumber bunyi;
3. Mengulangi langkah satu dan dua saat buzzer on;
4. Menghitung selisih tingkat intensitas sebelum dan setelah buzzer dihidupkan;
5. Mengulangi langkah 1), 2), dan 3) untuk TI ke 2, TI ke 3, TI ke 4, dan TI ke 5.

Waktu memulai praktikum:
Waktu selesai praktikum:

Percobaan ke-	L (cm)	I(dB)	Posisi



Ilustrasi posisi titik ukur

Gambar 4. 15 Tampilan Penyusunan Jadwal, Pelaksanaan Proyek, dan Praktikum 1

14

Praktikum 2

Dengan memanfaatkan gejala peredaman, bahan mana yang lebih baik dalam meredam gelombang bunyi? Mengapa?

Praaktikum 2	: Percobaan peredaman gelombang bunyi
Tujuan	: Untuk menunjukkan peredaman gelombang bunyi

Langkah Percobaan:

- Menghidupkan buzzer dan mengukur tingkat intensitas bunyi di PI;
- Memasang dinding pembatas tepat di depan buzzer, mengukur tingkat intensitas bunyi di PI;
- Mengulangi langkah 1) dan 2) saat diberi penghalang A, dan saat diberi penghalang B;
- Mengulangi langkah 1) dan 2) pada jarak yang berbeda hingga didapat minimal lima posisi berbeda.
- Menghitung selisih intensitas bunyi tanpa penghalang dengan berpenghalang A, dan selisih intensitas bunyi tanpa penghalang dengan berpenghalang B.

Waktu memulai praktikum:

Waktu selesai praktikum:

L (cm)	Intensitas Bunyi (dB)			
	Triplex	Styrofoam	Kardus kertas	Kardus plastik

SCAN
ME

Gambar 4. 16 Tampilan Praktikum 2

16

Praktikum 3

Praktikum 3 : Percobaan gejala Difraksi gelombang bunyi
Tujuan : Menunjukkan peristiwa pelenturan gelombang bunyi

Langkah Percobaan:

1. Memasang dinding pembatas celah tunggal;
2. Mengukur tingkat intensitas bunyi pada posisi sejajar sumber bunyi dan celah tunggal di P5 dari dinding pembatas;
3. Mengukur tingkat intensitas bunyi pada posisi lain berjarak y di P5 untuk mendapatkan data ke-1 hingga ke-5;
4. Menghitung nilai panjang gelombang bunyi yang dihasilkan buzzer berdasarkan percobaan gejala difraksi bunyi;
5. Menghitung nilai frekuensi gelombang bunyi yang dihasilkan buzzer.

Percobaan 1

1. Mengukur nilai intensitas bunyi pada berbagai posisi y hingga didapat pola destruktif ke-3.

Percobaan 1						
Lebar celah = 7 cm						
y (cm)	$l = 30$ cm		$l = 40$ cm		$l = 50$ cm	
	I (dB)	n ke-	I (dB)	n ke-	I (dB)	n ke-
10						
20						
30						
40						
50						
60						
70						
80						
90						
100						

Gambar 4. 17 Tampilan Praktikum 3

20

2. Analisislah data yang anda dapat!

a. Pola Destruktif (dalam meter)

Intensitas Bunyi (dB)
Panjang Gelombang Bunyi [$\lambda = (d.y)/(L.n)$]

Jarak Layar	Percobaan ke-	λ pola destruktif ke-			$\bar{\lambda}$
		1	2	3	
50 cm	1				
	2				
	3				
	4				
40 cm	1				
	2				
	3				
	4				
30 cm	1				
	2				
	3				
	4				



Gambar 4. 18 Tampilan Analisis Data Praktikum 3



Gambar 4. 19 Tampilan Analisis Hasil dan Pembahasan

d) Tampilan Penutup LKPD

Tampilan penutup LKPD berisi daftar pustaka atau daftar referensi yang digunakan pada setiap gambar maupun materi yang terdapat di dalam LKPD. Tampilan daftar pustaka dapat dilihat pada Gambar 4.20



Gambar 4. 20 Tampilan Daftar Pustaka

4.1.3.2 Hasil Validasi dan Revisi Produk LKPD

Tahap pengembangan produk kemudian diuji kelayakan yang dilakukan oleh tim validator yang sudah ahli dalam bidangnya masing-masing. Proses validasi produk oleh validator dilakukan oleh peneliti pada tanggal 12 Oktober – 1 Desember 2023. Validator terdiri dari tiga ahli diantaranya yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran. Peneliti melampirkan LKPD kepada validator dalam bentuk *hardfile*. Kemudian validator ahli akan menilai dan memberi saran sesuai dengan angket validasi LKPD yang terlampir.

1) Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan bertujuan untuk menilai kelayakan dan ketepatan materi yang disajikan dalam LKPD Berbasis *Project Based Learning*. Aspek yang dinilai oleh validator ahli materi adalah aspek didaktik, aspek kesesuaian materi dan isi. Validator untuk ahli materi terdiri dari 3 orang dosen Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi.

Angket yang digunakan adalah skala *likert* dengan 5 alternatif jawaban yaitu 1 menunjukkan sangat kurang/ sangat tidak sesuai, 2 menunjukkan tidak baik/tidak sesuai, 3 menunjukkan cukup, 4 menunjukkan baik/sesuai, dan 5 menunjukkan sangat baik/sangat sesuai. Validasi ahli materi terdiri dari 12 indikator dengan masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Indikator penilaian dalam validasi ahli materi diantaranya: (1) Mengajak peserta didik aktif dalam proses pembelajaran, (2) Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep, (3) Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik, (4) Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri anak, (5) Memiliki tujuan pembelajaran yang jelas dan bermanfaat, (6) Relevansi materi dengan kompetensi dasar, (7) Kesesuaian materi dengan indikator, (8) Sistematika penyajian materi, (9) Kebenaran materi ditinjau dari aspek keilmuan, (10) Kejelasan topik pembelajaran, (11) Kejelasan uraian materi, (12) Kecukupan pemberian latihan. Berikut merupakan hasil penilaian validasi ahli materi yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Hasil Validasi Ahli Materi

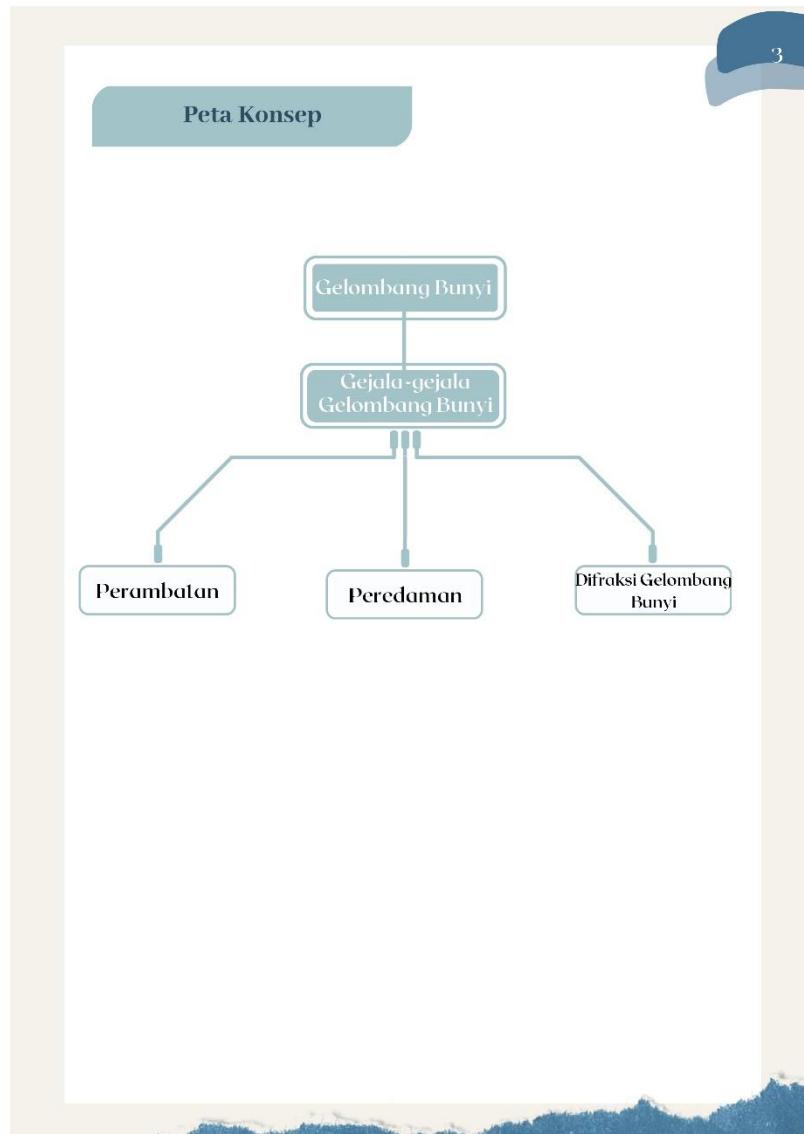
No Butir	Validator			S1	S2	S3	$\sum s$	V	Rata-Rata Tiap Aspek	Kriteria
	1	2	3							
Aspek Didaktik										
1	4	5	4	3	4	3	10	0.8	0.85	Sangat Valid
2	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
3	4	5	5	3	4	4	11	0.9		
4	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
Aspek Kesesuaian Materi dan Isi										
5	3	5	5	2	4	4	10	0.8	0.84	Sangat Valid
6	4	5	5	3	4	4	11	0.9		
7	3	5	4	2	4	3	9	0.8		
8	4	5	4	3	4	3	10	0.8		

No Butir	Validator			S1	S2	S3	$\sum s$	V	Rata-Rata Tiap Aspek	Kriteria
	1	2	3							
9	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
10	4	5	5	3	4	4	11	0.9		
11	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
12	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
Rata-rata								0.85	Sangat Valid	

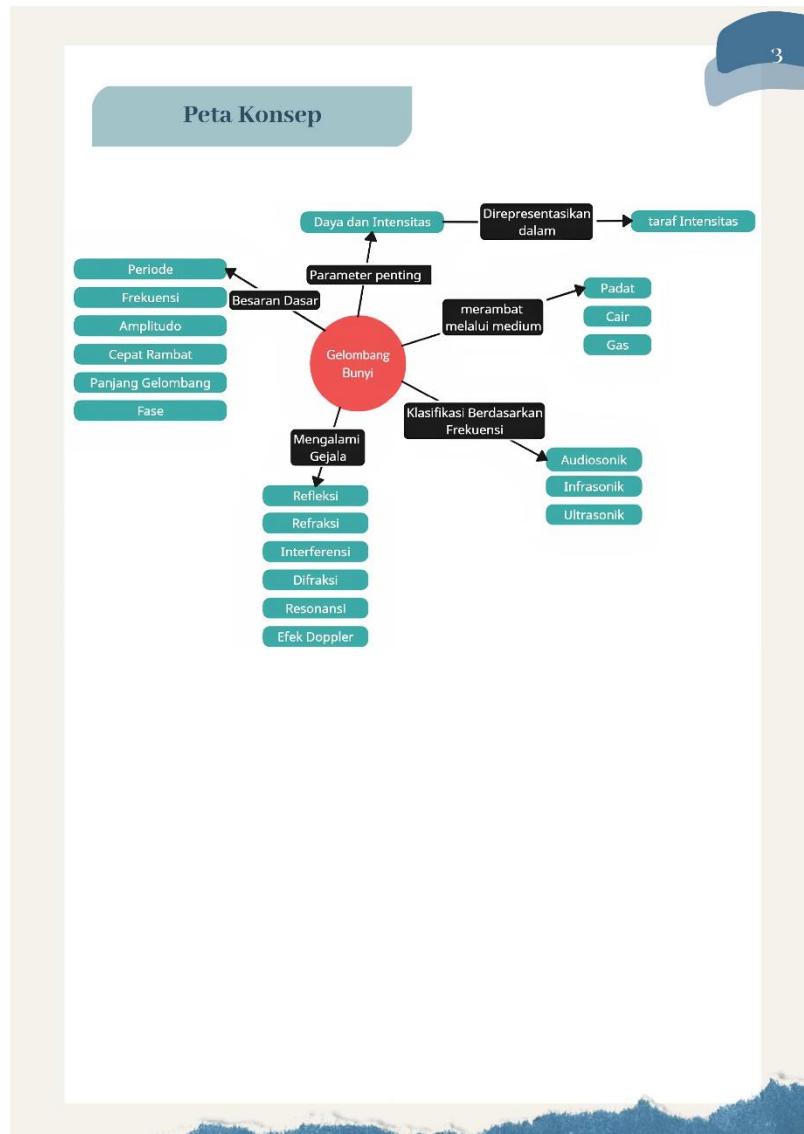
Tabel 4.2 menunjukkan validasi ahli materi oleh tiga validator memperoleh skor rata – rata sebesar 0.85. Hasil tersebut diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria validasi produk yang dapat dilihat pada tabel 3.9 dapat disimpulkan bahwa LKPD yang dikembangkan memiliki kriteria “Sangat Valid”

Hasil validasi ahli materi oleh validator 2 dan validator 3 juga didapatkan beberapa saran atau masukan yang dijadikan sebagai pertimbangan untuk merevisi produk LKPD sehingga peneliti dapat menghasilkan produk yang lebih baik lagi. Saran yang diberikan oleh validator dilakukan perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Saran yang diberikan oleh validator diantaranya menampilkan keseluruhan peta konsep pada materi gelombang bunyi. Hasil perbaikan pada halaman peta konsep disajikan pada Gambar 4.22.

3



Gambar 4. 21 Peta Konsep Sebelum Diperbaiki



Gambar 4. 22 Peta Konsep Setelah Diperbaiki

Saran selanjutnya yaitu memperbaiki Indikator Capaian Kompetensi dan menyesuaikan antara Indikator Capaian Kompetensi dengan Tujuan Pembelajaran. Diperlukan keterkaitan yang lebih erat antara Indikator Capaian Kompetensi dan Tujuan Pembelajaran agar proses evaluasi dan pengukuran prestasi siswa menjadi lebih akurat dan relevan. Segera revisi dan sesuaikan Indikator Capaian Kompetensi agar mencerminkan dengan jelas kriteria keberhasilan yang diharapkan. Memastikan setiap indikator memberikan gambaran yang komprehensif terhadap kemampuan yang hendak dicapai. Hasil perbaikan pada halaman capaian kompetensi disajikan pada Gambar 4.24.

5

Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mengklasifikasikan gejala yang terjadi pada gelombang bunyi
2. Menyelidiki peristiwa yang merupakan gejala gelombang bunyi
3. Menjelaskan syarat terjadinya difraksi gelombang bunyi
4. Menganalisis pola destruktif difraksi gelombang bunyi
5. Melakukan praktikum untuk menjelaskan gejala perambatan gelombang bunyi
6. Melakukan praktikum untuk menjelaskan peristiwa peredaman gelombang bunyi
7. Melakukan praktikum untuk menjelaskan peristiwa difraksi gelombang bunyi
8. Mampu membaca skala pada alat pengukur intensitas bunyi

Tujuan Pembelajaran

1. Mempelajari bahwa gelombang bunyi merambatan ke segala arah
2. Menyelidiki peristiwa peredaman gelombang bunyi
3. Menentukan nilai panjang gelombang (λ) dan frekuensi (f) sumber bunyi melalui gejala difraksi gelombang bunyi

Gambar 4. 23 IPK Sebelum Diperbaiki

5

Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mengklasifikasikan gejala yang terjadi pada gelombang bunyi
2. Menyelidiki peristiwa yang merupakan gejala gelombang bunyi
3. Menjelaskan syarat terjadinya difraksi gelombang bunyi
4. Menganalisis pola destruktif difraksi gelombang bunyi
5. Melakukan percobaan peristiwa gejala perambatan gelombang bunyi menggunakan media pembelajaran DiBu
6. Melakukan percobaan peristiwa peredaman gelombang bunyi menggunakan media pembelajaran DiBu
7. Melakukan percobaan peristiwa difraksi gelombang bunyi menggunakan media pembelajaran DiBu
8. Membaca skala pada alat pengukur intensitas bunyi
9. Mengidentifikasi pemanfaatan dan dampak pemantulan bunyi dalam kehidupan sehari -hari
10. Mengidentifikasi dampak Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari dan Teknologi

Tujuan Pembelajaran

setelah melakukan kegiatan pembelajaran menggunakan LKPD untuk alat praktikum DiBu berbasis *Project Based Learning*, peserta didik mampu:

1. Mengklasifikasikan gejala yang terjadi pada gelombang bunyi
2. Menyelidiki peristiwa yang merupakan gejala gelombang bunyi
3. Menjelaskan syarat terjadinya difraksi gelombang bunyi
4. Menganalisis pola destruktif difraksi gelombang bunyi
5. Mengidentifikasi pemanfaatan dan dampak pemantulan bunyi dalam kehidupan sehari -hari
6. Mengidentifikasi dampak Efek Doppler dalam kehidupan sehari-hari dan Teknologi

Melalui kegiatan praktikum peserta didik mampu:

1. Menganalisis gejala perambatan gelombang bunyi
2. Menganalisis gejala peredaman gelombang bunyi
3. Menentukan nilai panjang gelombang (λ) dan frekuensi (f) sumber bunyi melalui gejala difraksi gelombang bunyi
4. Membaca skala pada alat pengukur intensitas bunyi



Gambar 4. 24 IPK Setelah Diperbaiki

Saran lainnya terkait materi gelombang bunyi peneliti diminta oleh validator untuk mengkaji kembali pengertian bedahan definisi dengan klasifikasi gelombang bunyi. Validator juga memberi saran untuk menambahkan visualisasi gelombang bunyi seperti butiran debu agar terlihat rapatan dan renggangan pada gelombang bunyi. Hasil perbaikan pada halaman definisis gelombang bunyi disajikan pada Gambar 4.26.

6

Tahukah Kamu?

Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang terbentuk gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarannya. Bunyi dapat merambat dalam zat padat, zat cair, dan gas. Gelombang bunyi yang paling sederhana adalah gelombang sinusoidal yang memiliki frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang tertentu. Seperti contoh: gitar, ultrasonografi, dan fotometer. Telinga manusia peka terhadap gelombang bunyi dengan jangkauan frekuensi antara 20 Hz – 20.000 Hz. Jangkauan ini dikenal sebagai jangkauan suara yang dapat didengar (audible range). Gelombang bunyi dengan frekuensi di luar daerah jangkauan yang dapat didengar mungkin dapat sampai ke telinga, tetapi kita tidak sadar akan frekuensi tersebut. Gelombang bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz disebut gelombang ultrasonik. Anjing dan kelelawar adalah hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik. Gelombang bunyi yang frekuensinya di bawah 20 Hz disebut gelombang infrasonik. Sumber-sumber gelombang infrasonik adalah gempa bumi, gunung meletus, halilintar, dan gelombang-gelombang yang dihasilkan oleh getaran mesin yang sangat kuat.

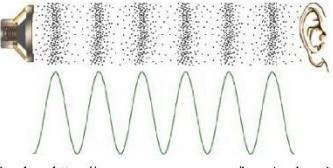
Pernahkah kalian menonton film di dalam bioskop?
 Bagaimana suara film yang terdengar oleh kalian?
 Mengapa suara film dari studio satu tidak terdengar ke studio lainnya?

Gambar 4. 25 Definisi Gelombang Bunyi Sebelum Diperbaiki

6

Tahukah Kamu?

Bunyi adalah gejala yang ditimbulkan dari suatu benda yang bergetar melalui medium sehingga dapat sampai ke telinga makhluk hidup seperti manusia dan hewan. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang digolongkan sebagai gelombang longitudinal yang merambat dalam suatu medium. Bunyi dapat merambat melalui medium seperti zat padat, zat cair, dan gas. Mengapa demikian? Hal ini dikarenakan partikel medium rambat gelombang bunyi memindahkan energi getar searah dengan arah rambat gelombang bunyi tersebut. Perambatan gelombang bunyi akan membentuk rapatan dan lengkungan. Pola rapatan dan lengkungan ini akan menggetarkan udara di dekatnya dan menjalar ke segala arah. Semakin besar frekuensi gelombang bunyi, maka semakin banyak pula rapatan dan lengkungan yang dibentuk dan bunyi yang terdengar akan semakin nyaring. Ketika getaran udara sampai ke telinga, maka informasi akan disampaikan ke otak, sehingga bunyi dapat didengar.



Sumber: <https://www.amongguru.com/bunyi-sebagai-gelombang-dan-syarat-terjadinya-bunyi/>

Bunyi sebagai gejala yang timbul dari getaran benda melalui medium, memiliki sifat perambatan yang mengarah pada frekuensi gelombang bunyi. Sejalan dengan konsep tersebut, satuan frekuensi bunyi diukur dalam Hertz (Hz). Telinga manusia peka terhadap gelombang bunyi dengan jangkauan frekuensi antara 20 Hz – 20.000 Hz. Jangkauan ini dikenal sebagai jangkauan suara yang dapat didengar (audible range). Gelombang bunyi dengan frekuensi di luar daerah jangkauan yang dapat didengar mungkin dapat sampai ke telinga, tetapi kita tidak sadar akan frekuensi tersebut. Gelombang bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz disebut gelombang ultrasonik. Anjing dan kelelawar adalah hewan yang dapat mendengar bunyi ultrasonik. Gelombang bunyi yang frekuensinya di bawah 20 Hz disebut gelombang infrasonik. Sumber-sumber gelombang infrasonik adalah gempa bumi, gunung meletus, halilintar, dan gelombang-gelombang yang dihasilkan oleh getaran mesin yang sangat kuat.

Gambar 4. 26 Definisi Gelombang Bunyi Setelah Diperbaiki

Saran selanjutnya yang diberikan oleh validator adalah untuk menambahkan visualisasi pada setiap gejala-gejala gelombang bunyi. Selain itu juga peneliti diminta untuk menambahkan gambar visualisasi pada efek doppler. Selain itu, untuk menjelaskan efek Doppler, masukkan gambar visualisasi yang menggambarkan perubahan frekuensi gelombang suara akibat pergerakan sumber suara atau pendengar. Hal ini akan membantu pengguna untuk memahami konsep tersebut dengan lebih mudah dan memperkaya pengalaman membaca. memastikan bahwa visualisasi yang digunakan memenuhi standar kejelasan dan relevansi sehingga dapat memberikan kontribusi maksimal pada pemahaman konsep bunyi

dan efek Doppler yang dijelaskan dalam tulisan ini. Hasil perbaikan pada halaman gejala – gejala gelombang bunyi disajikan pada Gambar 4.28.

The diagram illustrates the propagation of a sound wave. A horizontal blue line at the bottom represents the ground. Above it, a wavy blue line represents a sound wave traveling from left to right. At the top right, a vertical dashed line represents a boundary between air and water. The wave is shown bending as it approaches and crosses this boundary, demonstrating refraction. A small white arrow points upwards from the water side of the boundary, indicating the direction of reflected sound waves.

Gejala-Gejala pada Gelombang Bunyi

- a. Pemantulan (refleksi)
Bunyi mengalami pemantulan (refleksi) yaitu pada saat gelombang bunyi yang datang mengenai permukaan suatu medium yang keras kemudian kembali lagi ke medium asalnya dengan sudut yang sama.
- b. Pembiasaan (refraksi)
Suatu gelombang bunyi akan dikatakan mengalami pembiasaan (refraksi) apabila gelombang bunyi merambat dan memasuki medium yang berbeda, maka gelombang bunyi tersebut akan dibelokkan. Refraksi terjadi apabila gelombang bunyi dari suatu medium memasuki medium lain dengan sudut tertentu.
- c. Perpaduan (interferensi)
Perpaduan (interferensi) gelombang bunyi merupakan perpaduan dua gelombang dengan frekuensi dan beda fase yang saling bertemu dan saling berinteraksi pada medium yang sama.
- d. Pelenturan (difraksi)
Pelenturan (difraksi) gelombang bunyi merupakan suatu peristiwa pelenturan gelombang bunyi pada saat melewati celah yang ukurannya satu orde dengan panjang gelombangnya.
- e. Resonansi dan pelayangan bunyi
Resonansi merupakan peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena adanya pengaruh benda lain yang bergetar didekatnya.
- f. Efek Doppler
Efek Doppler terjadi apabila ada suatu gerak relatif antara sumber gelombang dan pengamat. Pada saat sumber bunyi dan pengamat saling mendekati, pengamat mendengar frekuensi bunyi yang lebih tinggi daripada frekuensi bunyi yang dipancarkan sumber.

Gambar 4. 27 Gejala Gelombang Bunyi Sebelum Diperbaiki

10

Gejala-Gejala pada Gelombang Bunyi

a. Pemantulan gelombang bunyi (refleksi)

Bunyi mengalami pemantulan (refleksi) yaitu pada saat gelombang bunyi yang datang mengenai permukaan suatu medium yang keras kemudian kembali lagi ke medium asalnya dengan sudut yang sama. Pemantulan bunyi mengikuti suatu aturan hukum pemantulan bunyi sebagai berikut.

"Bunyi datang, garis normal, dan bunyi pantul terletak dalam satu bidang datar. Sudut datang sama besar dengan sudut pantul".

Sumber: www.fisikazone.com

Ketika kita mendengar suara potir, mungkin kita juga akan mendengar suara susulan yang merupakan gema suara aslinya. Suara susulan ini terjadi akibat adanya bunyi yang menumbuh dinding penumbuk, kemudian dipantulkan oleh dinding itu. Tidak semua bunyi yang mengenai dinding pemantul akan dipantulkan. Ada sebagian bunyi tersebut yang diserap dinding pemantul. Kemampuan suatu permukaan dalam memantulkan bunyi tergantung pada keras lunaknya permukaan. Terdapat tiga jenis pemantulan bunyi yakni sebagai berikut:

- 1) Bunyi Pantul yang Memperkuat Bunyi Asli

Bunyi pantul dapat memperkuat bunyi asli jika jarak antara sumber bunyi dan bidang pemantul sangat dekat. Ini menyebabkan selang waktu yang dibutuhkan oleh bunyi pantul untuk kembali berlangsung sangat singkat. Dapat dianggap bahwa bunyi pantul bersamaan waktunya dengan bunyi asli sehingga bunyi pantul memperkuat bunyi asli. Contoh dari peristiwa bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli, antara lain:

- Suara akan terdengar lebih keras ketika bernyanyi dalam kamar mandi
- Suara musik dalam ruang tertutup akan lebih keras dari pada di lapangan terbuka
- Suara guru di dalam kelas akan lebih keras dibandingkan dengan suara guru oleh ragamu di lapangan. Itu dikarenakan suara di dalam ruangan akan dipantulkan oleh dinding-dinding ruangan.

- 2) Gaung atau kerdam

Pemanatan bunyi dalam ruangan tertutup dapat menimbulkan gaung atau kerdam. Ketika sebagian bunyi pantul terdengar bersamaan dengan bunyi aslinya, sehingga bunyi asli menjadi tidak jelas, maka disebutlah terjadi gaung. Gaung atau kerdam dapat terjadi di gedung bioskop, gedung pertunjukan, gedung pertemuan, studio radio, dan lain-lain. Untuk menghindari terjadinya gaung, pada dinding gedung-gedung tersebut biasanya dilapisi bahan yang dapat meredam bunyi disebut bahan akustik. Misalnya, kain wol, kapas, karton, papan karton, gabus, dan karet busa.

Gambar 4. 28 Gejala Gelombang Bunyi Setelah Diperbaiki

Saran berikutnya yaitu terkait spesifikasi alat praktikum DiBu. Validator memberikan saran untuk Untuk meningkatkan kejelasan dan kelengkapan informasi terkait spesifikasi alat praktikum DiBu, disarankan untuk memperluas deskripsi ukuran alat secara lebih detail. Hal ini dapat mencakup dimensi panjang, lebar, dan tinggi alat praktikum tersebut. Dengan demikian, pengguna dapat memiliki gambaran yang lebih jelas tentang ukuran fisik alat yang akan mereka gunakan. Selain itu, validator juga menyarankan untuk memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai spesifikasi *buzzer* yang digunakan dalam alat praktikum DiBu. Hal ini dapat mencakup parameter seperti frekuensi bunyi yang

dihasilkan. Informasi yang lebih rinci mengenai *buzzer* akan membantu pengguna memahami fungsi dan kinerja alat secara lebih baik, serta memudahkan pengguna dalam melakukan eksperimen atau praktikum dengan lebih efektif. Hasil perbaikan terkait spesifikasi alat praktikum DiBu disajikan pada Gambar 4.30.

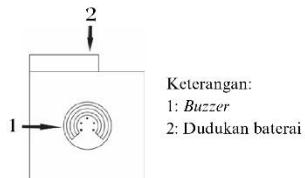


Gambar 4. 29 Spesifikasi Alat DiBu Sebelum Diperbaiki

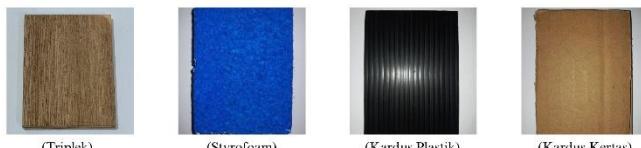
Spesifikasi Alat Praktikum Dibu



DiBu terbuat dari bahan triplek dengan ketebalan 5 mm. DiBu berbentuk kubus segi panjang dengan panjang 7 cm, lebar 7 cm, tinggi 5,5 cm. Sisi belakang disekat selebar 2,5 cm untuk ruang dudukan baterai dan pengatur volume. Dinding sekatnya digunakan untuk dudukan *buzzer*. Sumber bunyi yang digunakan pada alat DiBu adalah *buzzer* model 3-24 V DC SFM-27 dengan resonansi 500Hz, sumber tegangan *buzzer* menggunakan tiga buah baterai ukuran AA, masing-masing 1,5 volt. Desibel meter digunakan untuk mengukur nilai intensitas bunyi yang dihasilkan *buzzer*.



Dinding Peredam



Gambar 4. 30 Spesifikasi Alat DiBu Setelah Diperbaiki

Untuk meningkatkan kualitas tulisan, saran selanjutnya yang diberikan oleh validator ahli materi adalah menyempurnakan dengan menambahkan laman referensi yang relevan pada daftar pustaka. Referensi ini akan memberikan dasar yang kuat untuk mendukung klaim dan argumen yang disajikan dalam tulisan, serta menunjukkan keakuratan dan kedalaman penelitian. Hasil perbaikan pada halaman daftar pustaka disajikan pada Gambar 4.32.



Gambar 4.31 Halaman Daftar Pustaka Sebelum Diperbaiki



Gambar 4. 32 Halaman Daftar Pustaka Setelah Diperbaiki

2) Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan untuk menilai dalam bidang media terhadap LKPD yang dikembangkan. Aspek yang dinilai oleh validator ahli media adalah aspek tampilan, aspek huruf dan tulisan, aspek bahasa, dan aspek manfaat. Validator untuk ahli media terdiri dari 3 orang dosen Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi.

Angket yang digunakan adalah skala *likert* dengan 5 alternatif jawaban yaitu 1 menunjukkan sangat kurang/ sangat tidak sesuai, 2 menunjukkan tidak baik/tidak sesuai, 3 menunjukkan cukup, 4 menunjukkan baik/sesuai, dan 5

menunjukkan sangat baik/sangat sesuai. Validasi ahli media terdiri dari 27 indikator dengan masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Indikator penilaian dalam validasi ahli media diantaranya: (1) LKPD dilengkapi dengan cover yang menarik dan menggambarkan isi LKPD, (2) Ketepatan pemilihan dan komposisi warna pada background dengan warna tulisan LKPD, (3) Keterbacaan teks, (4) Ketepatan gambar dengan materi, (5) LKPD terlihat menarik dengan adanya penggunaan gambar, (6) Kejelasan gambar yang digunakan, (7) Kesesuaian dalam pemilihan gambar dengan isi materi, (8) LKPD dilengkapi daftar isi dan halaman, (9) Kemenarikan tampilan layout LKPD, (10) Warna dan unsur tata letak serasi dan memperjelas fungsi, (11) Tampilan background LKPD menarik, (12) Penempatan tata letak (judul, sub judul, ilustrasi menarik dan profesional), (13) LKPD yang dibuat merupakan produk perdana dan telah dimodifikasi dari LKPD alat praktikum DiBu, (14) Penggunaan variasi huruf (*font*) tidak berlebihan, (15) Ketepatan dalam pemilihan jenis huruf, (16) Ketepatan dalam pemilihan ukuran huruf, (17) Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca, (18) Penggunaan tanda baca tepat, (19) Pemisah antar paragraph jelas dan sesuai, (20) Menggunakan Bahasa yang baku dan sesuai KBBI, (21) Menggunakan struktur kalimat yang jelas dan efektif, (22) Kesesuaian ilustrasi dan materi, (23) Kegiatan dalam LKPD jelas dan mudah dipahami, (24) Pertanyaan yang disajikan mudah dipahami peserta didik, (25) Kemudahaan penggunaan LKPD berbasis PjBL, (26) Ketertarikan menggunakan LKPD berbasis PjBL, (27) Peningkatan motivasi belajar peserta didik dengan menggunakan LKPD berbasis PjBL. Berikut merupakan hasil penilaian validasi ahli media yang disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Data Hasil Validasi Ahli Media

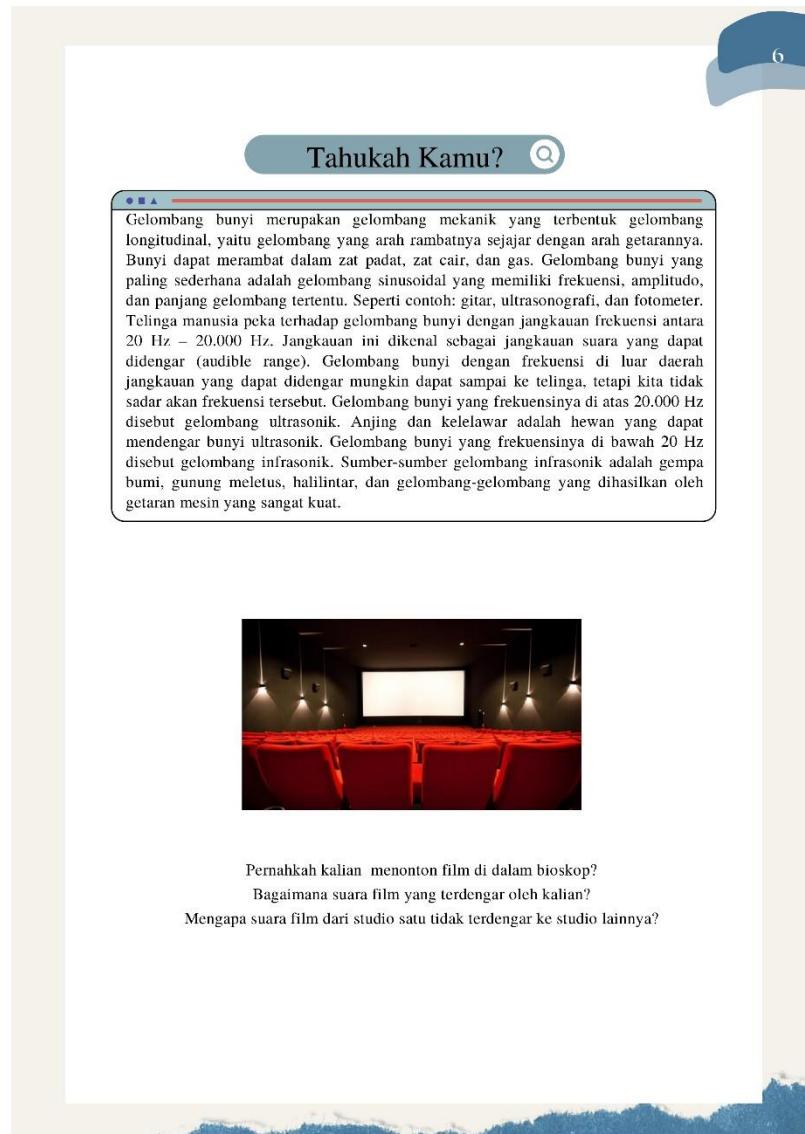
No Butir	Validator			S 1	S 2	S 3	$\sum s$	V	Rata-Rata Tiap Aspek	Kriteria
	1	2	3							
Aspek Tampilan										
1	4	5	4	3	4	3	10	0.8	0.84	Sangat Valid
2	4	5	5	4	4	3	11	0.9		
3	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
4	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
5	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
6	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
7	4	5	4	3	4	3	10	0.8		

No Butir	Validator			S 1	S 2	S 3	$\sum s$	V	Rata-Rata Tiap Aspek	Kriteria
	1	2	3							
8	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
9	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
10	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
11	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
12	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
13	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
Aspek Huruf dan Tulisan										
14	4	5	4	3	4	3	10	0.8	0.83	Sangat Valid
15	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
16	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
17	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
18	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
19	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
Aspek Bahasa										
20	4	5	4	3	4	3	10	0.8	0.83	Sangat Valid
21	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
22	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
23	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
24	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
Aspek Manfaat										
25	4	5	4	3	4	3	10	0.8	0.83	Sangat Valid
26	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
27	4	5	4	3	4	3	10	0.8		
Rata - Rata								0.83	Sangat Valid	

Tabel 4.3 menunjukkan validasi ahli media oleh tiga validator memperoleh skor rata – rata sebesar 0.83. Hasil tersebut diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria validasi produk yang dapat dilihat pada tabel 3.9 dapat disimpulkan bahwa LKPD yang dikembangkan memiliki kriteria “Sangat Valid”.

Hasil validasi ahli media oleh validator 2 dan validator 3 juga didapatkan beberapa saran atau masukan yang dijadikan sebagai pertimbangan untuk merevisi produk LKPD sehingga peneliti dapat menghasilkan produk yang lebih baik lagi. Saran yang diberikan oleh validator dilakukan perbaikan terhadap produk yang dikembangkan. Saran yang diberikan oleh validator diantaranya menampilkan sumber gambar dengan jelas dan memperbaiki kualitas gambar pada setiap gambar yang ditampilkan di dalam LKPD Berbasis *Project Based Learning*. Hasil

perbaikan untuk menambahkan sumber gambar disajikan pada Gambar 4.34 dan Gambar 4.36.



Gambar 4. 33 Gambar Studio Bioskop Sebelum Diperbaiki



Sumber: <https://nationalgeographic.grid.id>

Pernahkah kalian menonton film di dalam bioskop?
Bagaimana suara film yang terdengar oleh kalian?
Mengapa suara film dari studio satu tidak terdengar ke studio lainnya?

Studio bioskop merupakan salah satu penerapan peredaman bunyi, peredaman bunyi digunakan untuk mengurangi gaung yang dapat menyebabkan gangguan berupa interferensi pada gelombang bunyi sehingga suara terdengar menjadi tidak jelas. Peredaman bunyi ini menggunakan prinsip absorpsi atau penyerapan gelombang bunyi. Proses mengurangi gaung yang mengganggu gelombang bunyi ini disebut dengan "soundproofing", dan banyak digunakan pada ruangan yang memerlukan bunyi dan suara yang jernih. Misalnya pada bioskop, ruang konser musik, studio rekaman, dan opera. Gaung terjadi bersamaan pada saat bunyi terdengar akibat gelombang bunyi mengenai permukaan yang keras dan memantul, terutama pada permukaan keras di ruang tertutup. Pantulan gelombang bunyi ini menghasilkan bunyi gaung yang mengganggu saat gelombang bunyi utama terdengar. Sehingga, untuk mengurangi fenomena gaung, kita harus mengurangi adanya pemantulan gelombang bunyi ini. Karena pemantulan gelombang bunyi terjadi pada saat gelombang bunyi mengenai permukaan keras, maka pemantulan bisa dikurangi dengan memasang permukaan yang lembut dan lunak. Misalnya adalah busa, gabus, styrofoam, spons, kain dan karpet. Material ini umumnya dipasang sebagai pelapis pada dinding. Pada saat gelombang bunyi mengenai permukaan lembut dan lunak, gelombang bunyi tidak dipantulkan, namun diserap. Akibatnya tidak ada gaung yang terjadi.

Gambar 4. 34 Gambar Studio Bioskop Setelah Diperbaiki

Informasi Pendukung

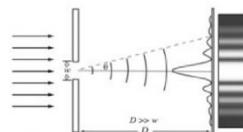
Memahami Konsep Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi merambat pada medium, sehingga disebut gelombang mekanik. Cepat rambat gelombang bunyi memenuhi persamaan $v = \lambda f$. Nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara dianggap 340 m/s.

Gelombang bunyi merambat dari sumber bunyi ke segala arah. Saat gelombang bunyi menemui suatu penghalang, akan terjadi beberapa kemungkinan bergantung pada bahan penghalangnya, bisa **dipantulkan**, bisa **dibelokkan**, **diteruskan**, atau **diredam**. Jika dipantulkan atau dibelokkan maka gelombang bunyi akan mengalami perubahan arah rambat, jika diredam atau diteruskan maka gelombang bunyi disatu titik dengar akan mengalami perubahan pada **amplitudo** gelombang bunyinya. Gelombang bunyi yang melalui satu celah kecil atau tepi rintangan yang tipis atau runcing akan mengalami **difraksi**, jika melalui dua celah kecil maka gelombang bunyi yang keluar dari dari kedua celah itu akan mengalami **interferensi**.



www.ahmadsyahbio.tk



slideshare.net

Gambar 4. 35 Gambar Difraksi Bunyi Sebelum Diperbaiki

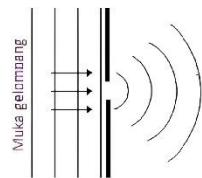
Informasi Pendukung

Memahami Konsep Gelombang Bunyi

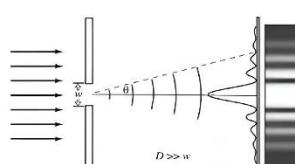
Gelombang bunyi merambat pada medium, sehingga disebut gelombang mekanik. Cepat rambat gelombang bunyi memenuhi persamaan $v = \lambda f$. Nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara adalah 340 m/s.

Difraksi gelombang bunyi dapat terjadi pada sebuah celah tunggal yang lebarnya lebih kecil daripada panjang gelombang bunyinya atau tepi rintangan yang tipis atau runcing. Celah tunggal itu membuat gelombang bunyi yang melewatkannya mengalami difraksi pada tepi-tepi celah. Jika pada jarak l dari celah tunggal diberi detektor bunyi, akan terbentuk suatu difraksi maksimum, dikarnakan kirinya akan ada difraksi minimum dan disusul lagi dengan difraksi maksimum, begitu seterusnya

Gelombang bunyi merambat dari sumber bunyi ke segala arah. Saat gelombang bunyi menemui suatu penghalang, akan terjadi beberapa kemungkinan bergantung pada bahan penghalangnya, bisa **dipantulkan**, bisa **dibelokkan**, **diteruskan**, atau **diredam**. Jika dipantulkan atau dibelokkan maka gelombang bunyi akan mengalami perubahan arah rambat, jika diredam atau diteruskan maka gelombang bunyi disatu titik dengar akan mengalami perubahan pada **amplitudo** gelombang bunyinya. Gelombang bunyi yang melalui satu celah kecil atau tepi rintangan yang tipis atau runcing akan mengalami **difraksi**, jika melalui dua celah kecil maka gelombang bunyi yang keluar dari dari kedua celah itu akan mengalami **interferensi**.



Sumber: www.ahmadsyahbio.com



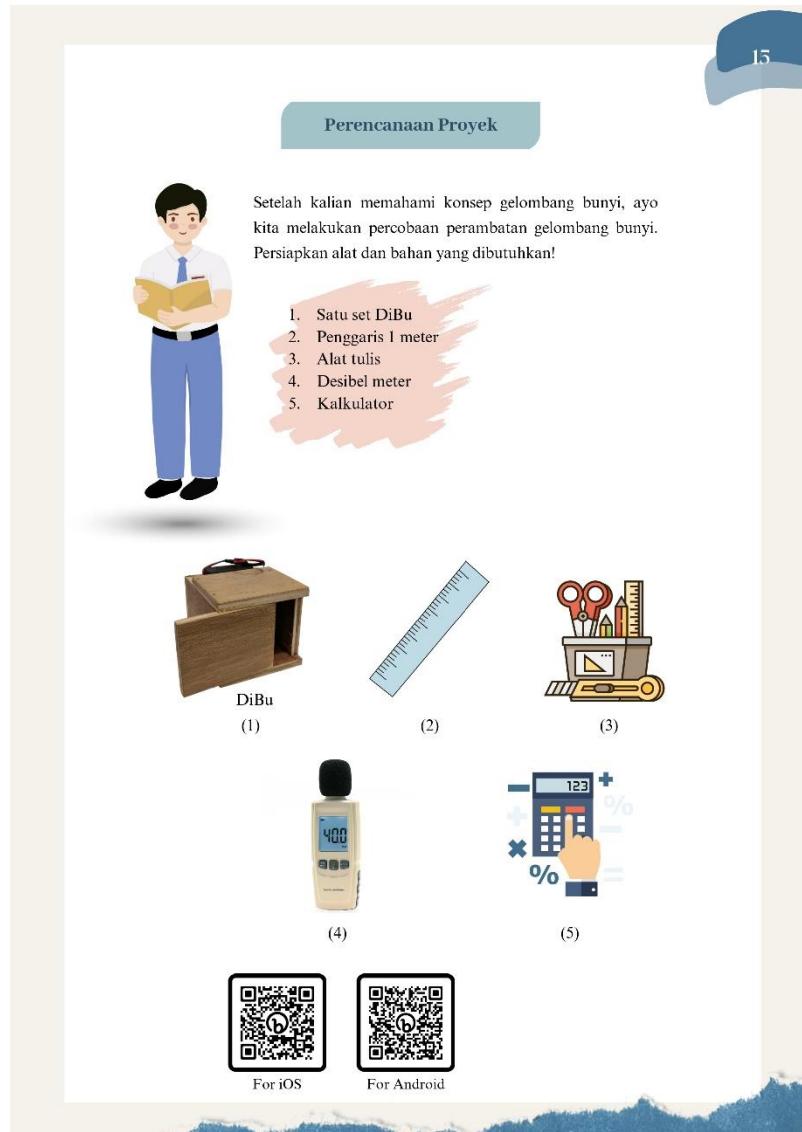
Sumber: slideshare.net

Gambar 4. 36 Gambar Difraksi Bunyi Setelah Diperbaiki

Saran tambahan dari validator ahli media adalah untuk memastikan bahwa urutan penomoran alat dan bahan praktikum dijelaskan secara sistematis dan jelas dalam panduan praktikum. Selain itu, disarankan pula untuk meningkatkan kejelasan kalimat perintah dalam bagian perencanaan proyek dengan menambahkan tanda seru di tempat yang tepat. Dengan demikian, peserta didik akan lebih mudah memahami langkah-langkah praktikum dan melaksanakannya dengan benar. Hasil perbaikan pada halaman perencanaan proyek disajikan pada Gambar 4.38.



Gambar 4. 37 Halaman Perencanaan Proyek Sebelum Diperbaiki



Gambar 4. 38 Halaman Perencanaan Proyek Setelah Diperbaiki

3) Ahli Pembelajaran

Validasi ahli pembelajaran dilakukan untuk menilai dalam bidang pembelajaran terhadap LKPD yang dikembangkan. Aspek yang dinilai oleh validator ahli pembelajaran adalah aspek kesesuaian LKPD dengan model pembelajaran PjBL. Validator untuk ahli pembelajaran terdiri dari 3 orang dosen Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi.

Angket yang digunakan adalah skala *likert* dengan 5 alternatif jawaban yaitu 1 menunjukkan sangat kurang/ sangat tidak sesuai, 2 menunjukkan tidak

baik/tidak sesuai, 3 menunjukkan cukup, 4 menunjukkan baik/sesuai, dan 5 menunjukkan sangat baik/sangat sesuai. Validasi ahli pembelajaran terdiri dari 5 indikator dengan masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Indikator penilaian dalam validasi ahli pembelajaran diantaranya: (1) LKPD sudah sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* a) Penentuan proyek b) Rancangan Langkah-langkah penyelesaian proyek c) Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek d) Penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru e) Penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek f) Evaluasi proses dan hasil proyek, (2) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik belajar mandiri, (3) LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat membangkitkan minat dan keinginan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan proyek secara langsung, (4) LKPD berbasis *Project Based Learning* mendorong peserta didik dalam melakukan dan menyelesaikan proyek secara sistematis, (5) LKPD berbasis *Project Based Learning* membantu peserta didik dalam meraih pembuktian atas hasil dari pengolahan data yang didapat, (6) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik dalam evaluasi berdasarkan data yang diperoleh. Berikut merupakan hasil penilaian validasi ahli pembelajaran yang disajikan pada Tabel 4.4

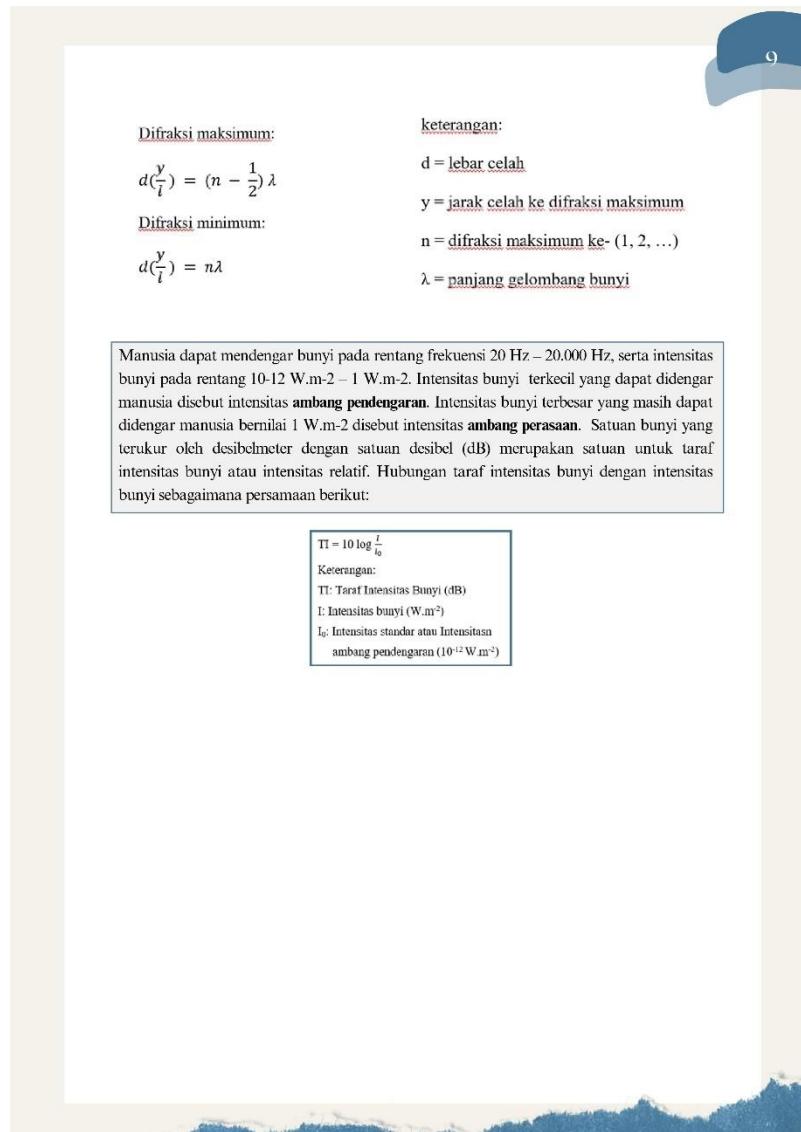
Tabel 4. 4 Data Hasil Validasi Ahli Pembelajaran

No Butir	Validator			S1	S2	S3	$\sum s$	V	Kriteria
	1	2	3						
1	5	3	3	2	2	4	8	0.67	Sangat Valid
2	5	4	5	4	3	4	11	0.92	
3	5	4	4	3	3	4	10	0.83	
4	5	3	3	2	2	4	8	0.67	
5	5	4	4	3	3	4	10	0.83	
6	5	4	4	3	3	4	10	0.83	
Rata – Rata							0.8		

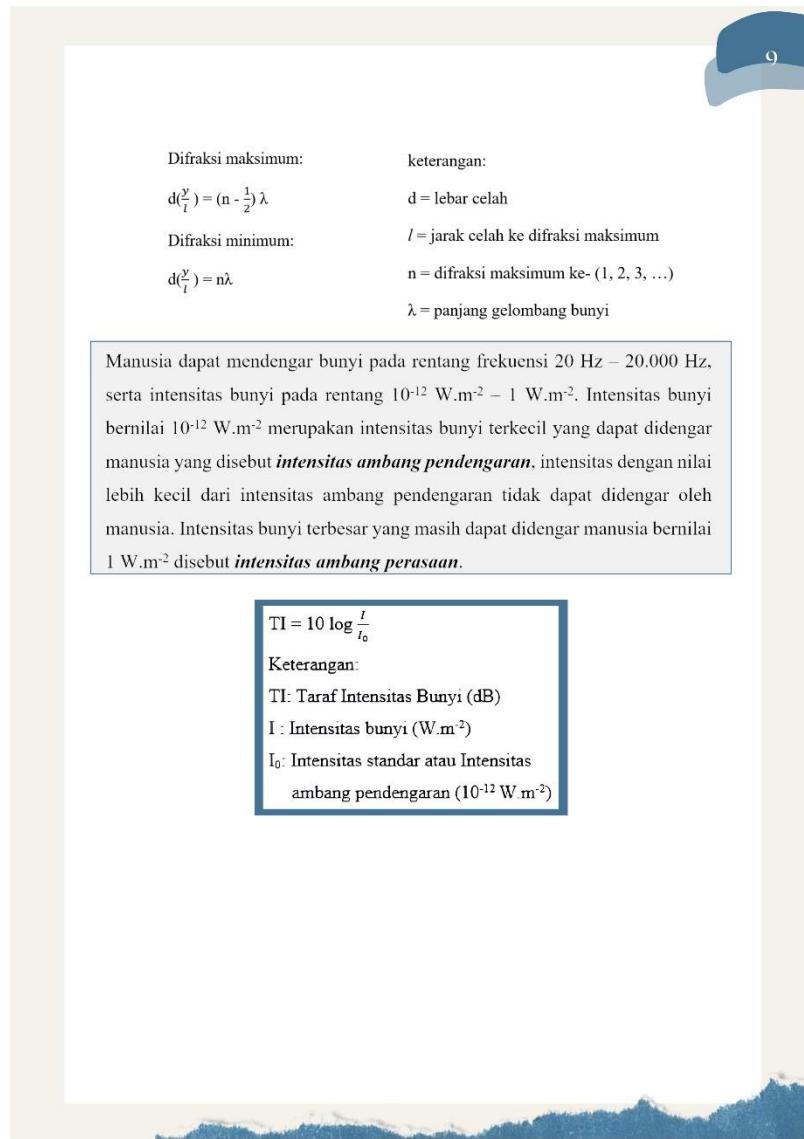
Tabel 4.4 menunjukkan hasil validasi ahli pembelajaran oleh tiga validator, yang memberikan skor rata-rata sebesar 0.83. Hasil ini kemudian diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria validasi produk yang tercantum pada Tabel 3.9. Dari interpretasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa LKPD yang telah dikembangkan memenuhi kriteria "Sangat Valid".

Saran yang diberikan oleh validator ahli pembelajaran diantaranya yaitu memperbaiki penulisan rumus dengan menggunakan format *equation 3.0*. Saran ini

menjadi fokus utama dalam proses pengembangan selanjutnya, bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan validitas LKPD yang telah dirancang. Hasil perbaikan pada yang terdapat rumus disajikan pada Gambar 4.40.



Gambar 4. 39 Rumus Difraksi Maksimum Sebelum Diperbaiki



Gambar 4. 40 Rumus Difraksi Maksimum Sebelum Diperbaiki

Saran selanjutnya yang diberikan oleh validator ahli pembelajaran berkaitan dengan penggunaan kalimat perintah pada langkah percobaan dalam bagian pelaksanaan proyek. Perbaikan tersebut dapat diidentifikasi melalui Gambar 4.41 yang disertakan, memberikan arahan konkret terkait perubahan yang diperlukan untuk meningkatkan jelas dan tepatnya instruksi dalam langkah-langkah eksperimen.

13

Penyusunan Jadwal

Waktu memulai praktikum:
Waktu selesai praktikum:

Kegiatan	Keterangan
Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan	
Melakukan percobaan dan mengamati hasil yang ditunjukkan	
Mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari percobaan yang dilakukan dengan konsep yang telah dipelajari	

Berilah skor pada kolom keterangan jika kegiatan telah dilakukan:
 4 : Melakukan kegiatan dengan sempurna
 3 : Melakukan Kegiatan dengan sedikit kegiatan
 2 : Melakukan Kegiatan tidak dengan benar
 1 : Tidak melakukan kegiatan

Pelaksanaan Proyek

Praktikum I

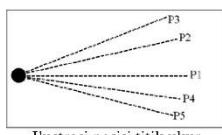
Praktikum 1 : Percobaan perambatan gelombang bunyi
 Tujuan : Untuk menunjukkan perambatan gelombang bunyi

Langkah Percobaan:

1. Mengukur tingkat intensitas bunyi saat buzzer off, pada suatu jarak pada lima tempat berbeda yang memiliki nilai taraf intensitas yang sama. Dicatat dan ditandai posisinya;
2. Mengukur jarak kelima titik tempat yang ditandai dari sumber bunyi;
3. Mengulangi langkah satu dan dua saat buzzer on;
4. Menghitung selisih tingkat intensitas sebelum dan setelah buzzer dihidupkan;
5. Mengulangi langkah 1), 2), dan 3) untuk TI ke 2, TI ke 3, TI ke 4, dan TI ke 5.

Waktu memulai praktikum:
Waktu selesai praktikum:

Percobaan ke-	L (cm)	I(dB)	Posisi



Ilustrasi posisi titik ukur

Gambar 4. 41 Langkah Percobaan Sebelum Diperbaiki

Penyusunan Jadwal

Waktu memulai praktikum:
Waktu selesai praktikum:

No	Kegiatan	Keterangan
1	Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan	
2	Melakukan percobaan dan mengamati hasil yang ditunjukkan	
3	Mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari percobaan yang dilakukan dengan konsep yang telah dipelajari	

Berilah skor pada kolom keterangan jika kegiatan telah dilakukan:
 4 : Melakukan kegiatan dengan sempurna
 3 : Melakukan Kegiatan dengan sedikit kegiatan
 2 : Melakukan Kegiatan tidak dengan benar
 1 : Tidak melakukan kegiatan

Pelaksanaan Proyek

Praktikum I

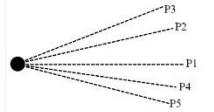
Praktikum 1 : Percobaan perambatan gelombang bunyi
 Tujuan : Untuk menunjukkan perambatan gelombang bunyi

Langkah Percobaan:

1. Ukur tingkat intensitas bunyi saat buzzer off, pada suatu jarak pada lima tempat berbeda yang memiliki nilai taraf intensitas yang sama. Dicatat dan ditandai posisinya;
2. Ukur jarak kelima titik tempat yang ditandai dari sumber bunyi;
3. Ulangi langkah satu dan dua saat buzzer on;
4. Hitung selisih tingkat intensitas sebelum dan setelah buzzer dihidupkan;
5. Ulangi langkah 1), 2), dan 3) untuk TI ke 2, TI ke 3, TI ke 4, dan TI ke 5.

Waktu memulai praktikum:
Waktu selesai praktikum:

Percobaan ke-	L (cm)	I(dB)	Posisi



Ilustrasi posisi titik ukur

Gambar 4. 42 Langkah Percobaan Setelah Diperbaiki

4.1.4 Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap Implementasi yaitu penerapan produk untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan. Produk yang diuji cobakan kepada siswa yaitu produk LKPD yang sudah divalidasi oleh ahli materi, media, dan pembelajaran. Kepraktisan produk tersebut didapatkan dari hasil angket yang diberikan kepada peserta didik dan guru setelah dilakukan uji coba produk.

4.1.4.1 Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik dilakukan pada siswa kelas XII MIPA 1 dan XII MIPA 2 yang berjumlah 68 siswa. Uji coba dilaksanakan pada tanggal 5 hingga 12 Desember 2023 di SMAN 1 Luragung. Angket yang digunakan menggunakan skala *Guttman* dengan jawaban “ya” jika pernyataan sesuai dengan pendapat peserta didik dan “tidak” jika pernyataan tidak sesuai dengan pendapat peserta didik. Angket respon peserta didik terdiri dari 8 indikator yang masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Indikator tersebut antara lain: (1) LKPD berbasis *Project Based Learning* yang digunakan adalah media pembelajaran yang baru, (2) Belajar menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* lebih menyenangkan, (3) Penyajian materi pada LKPD lebih menarik dan mudah dipahami, (4) Penggunaan Bahasa dan istilah pada LKPD tidak membingungkan, (5) LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu pada materi gelombang bunyi sama seperti pembelajaran pada materi-materi sebelumnya, (6) Mengikuti pembelajaran fisika menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu memudahkan saya memahami materi gelombang bunyi, (7) LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu membuat saya termotivasi dalam belajar fisika, (8) Saya ingin menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi lain. Berikut data hasil uji kepraktisan berdasarkan respon peserta didik yang disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 5 Hasil Penilaian Respon Peserta Didik

No	Kategori	Persentase	Kategori
1	Media	99 %	Sangat Baik
2	Materi	88 %	Sangat Baik
3	Pembelajaran	82 %	Sangat Baik
	Rata - rata	90 %	Sangat Baik

Berdasarkan hasil penilaian respon peserta didik setelah melaksanakan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* dengan berbantuan alat praktikum DiBu didapatkan rata – rata penilaian persentase sebesar 90% dengan kategori sangat baik. Aspek media meliputi LKPD berbasis *Project Based Learning* yang digunakan adalah media pembelajaran yang baru, belajar menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* lebih menyenangkan memperoleh persentase sebesar 99% dengan kategori sangat baik. Aspek materi meliputi penyajian materi pada LKPD lebih menarik dan mudah dipahami, penggunaan Bahasa dan istilah pada LKPD tidak membingungkan memperoleh persentase sebesar 88% dengan kategori sangat baik. Aspek pembelajaran meliputi LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu pada materi gelombang bunyi sama seperti pembelajaran pada materi-materi sebelumnya, mengikuti pembelajaran fisika menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu memudahkan saya memahami materi gelombang bunyi memperoleh persentase sebesar 82% dengan kategori sangat baik. Rincian hasil perhitungan penilaian respon peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan lebih lengkapnya terdapat pada lampiran 28.

4.1.2.2 Uji Kepraktisan Oleh Pendidik

Uji kepraktisan pendidikan dilakukan kepada 3 orang guru fisika di SMAN 1 Luragung. Uji kepraktisan dilakukan selama peneliti melakukan uji coba di SMAN 1 Luragung. Aspek yang dinilai oleh pendidik adalah aspek kualitas isi, aspek ketepatan cakupan, aspek model *Project Based Learning*, dan aspek tampilan LKPD. Uji kepraktisan dilakukan oleh 3 orang pendidik Fisika di SMAN 1 Luragung.

Angket yang digunakan adalah skala *likert* dengan 5 alternatif jawaban yaitu 1 menunjukkan sangat kurang/ sangat tidak sesuai, 2 menunjukkan tidak

baik/tidak sesuai, 3 menunjukkan cukup, 4 menunjukkan baik/sesuai, dan 5 menunjukkan sangat baik/sangat sesuai. Angket kepraktisan terdiri dari 21 indikator dengan masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Indikator penilaian dalam validasi ahli media diantaranya: (1) LKPD dapat memberikan pengalaman dan pengetahuan pada peserta didik, (2) Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, (3) LKPD dapat membiasakan peserta didik bekerja secara ilmiah serta mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari, (4) Penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat menghemat waktu dan efisien digunakan dalam pembelajaran, (5) Percobaan di dalam LKPD membuat belajar jadi lebih mandiri, (6) Pernyataan dan struktur kalimat LKPD mudah dipahami, (7) Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, (8) Kesesuaian KI, KD, dan indikator, (9) Contoh yang diberikan sesuai dengan fakta kehidupan sehari-hari, (10) LKPD sudah sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* a) Penentuan proyek b) Rancangan Langkah-langkah penyelesaian proyek c) Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek d) Penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru e) Penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek f) Evaluasi proses dan hasil proyek, (11) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik belajar mandiri, (12) LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat membangkitkan minat dan keinginan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan proyek secara langsung, (13) LKPD berbasis *Project Based Learning* mendorong peserta didik dalam melakukan dan menyelesaikan proyek secara sistematis, (14) LKPD berbasis *Project Based Learning* membantu peserta didik dalam meraih pembuktian atas hasil dari pengolahan data yang didapat, (15) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik dalam evaluasi berdasarkan data yang diperoleh, (16) LKPD yang dibuat merupakan produk perdana yang belum ada sebelumnya, (17) Meningkatkan motivasi belajar peserta didik, (18) Desain tampilan isi LKPD menarik untuk dilihat, (19) Bahasa yang digunakan dalam LKPD mudah dipahami oleh peserta didik, (20) Gambar yang digunakan mudah dipahami peserta didik, (21) Kombinasi warna yang digunakan dalam LKPD menarik. Berikut merupakan data hasil uji kepraktisan oleh pendidik

Tabel 4. 6 Data Hasil Kepraktisan Pendidik

No Butir	Validator			S1	S2	S3	$\sum s$	V	Rata-Rata Tiap Aspek	Kriteria
	1	2	3							
Aspek Kualitas Isi										
1	5	5	5	4	4	4	12	1	0.94	Sangat Praktis
2	5	4	5	4	3	4	11	0.917		
3	5	5	5	4	4	4	12	1		
4	4	5	4	3	4	3	10	0.833		
5	4	5	5	4	4	3	11	0.917		
6	5	5	5	4	4	4	12	1		
Aspek Ketepatan Cakupan										
7	5	5	4	3	4	4	11	0.917	0.92	Sangat Praktis
8	5	5	4	3	4	4	11	0.917		
9	4	5	5	4	4	3	11	0.917		
Aspek Model Project Based Learning										
10	5	5	5	4	4	4	12	1	0.94	Sangat Praktis
11	4	5	5	4	4	3	11	0.917		
12	5	5	5	4	4	4	12	1		
13	5	5	5	3	4	4	11	0.917		
14	4	4	4	4	3	3	10	0.833		
15	5	5	5	4	4	4	12	1		
Aspek Tampilan LKPD										
16	5	5	5	4	4	4	12	1	0.97	Sangat Praktis
17	5	5	4	3	4	4	11	0.917		
18	5	4	5	4	3	4	11	0.917		
19	5	5	5	4	4	4	12	1		
20	5	5	5	4	4	4	12	1		
21	5	5	5	4	4	4	12	1		
Rata - rata									0.94	Sangat Praktis

Berdasarkan tabel 4.1 nilai kepraktisan dari setiap indikator dapat dikategorikan “Sangat Praktis” dengan rata-rata nilai 0,94. Aspek kualitas isi meliputi LKPD dapat memberikan pengalaman dan pengetahuan pada peserta didik, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, LKPD dapat membiasakan peserta didik bekerja secara ilmiah serta mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari, penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat menghemat waktu dan efisien digunakan dalam pembelajaran, percobaan di dalam LKPD membuat belajar jadi lebih mandiri, pernyataan dan struktur kalimat LKPD mudah dipahami, aspek kualitas isi memperoleh nilai persentase 0,94 dengan kriteria “sangat praktis”.

Aspek ketepatan cakupan meliputi kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, kesesuaian KI, KD, dan indikator, contoh yang diberikan sesuai dengan fakta kehidupan sehari-hari mendapat persentase 0,92 dengan kriteria “sangat praktis”. Aspek model *Project Based Learning* meliputi LKPD sudah sesuai dengan sintaks *Project Based Learning*, LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik belajar mandiri, LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat membangkitkan minat dan keinginan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan proyek secara langsung, LKPD berbasis *Project Based Learning* mendorong peserta didik dalam melakukan dan menyelesaikan proyek secara sistematis, LKPD berbasis *Project Based Learning* membantu peserta didik dalam meraih pembuktian atas hasil dari pengolahan data yang didapat, LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik dalam evaluasi berdasarkan data yang diperoleh mendapat persentase 0,94 dengan kriteria “sangat praktis”. Kategori aspek tampilan LKPD meliputi LKPD yang dibuat merupakan produk perdana yang belum ada sebelumnya, meningkatkan motivasi belajar peserta didik, desain tampilan isi LKPD menarik untuk dilihat, bahasa yang digunakan dalam LKPD mudah dipahami oleh peserta didik, gambar yang digunakan mudah dipahami peserta didik, kombinasi warna yang digunakan dalam LKPD menarik mendapat persentase 0,97 dengan kategori “sangat praktis”.

4.2 Pembahasan

Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan produk LKPD berbasis *Project Based Learning* pada materi gelombang bunyi menggunakan alat praktikum DiBu yang berkategori layak dikembangkan dan efektif digunakan dalam pembelajaran fisika. LKPD ini disusun berdasarkan standar kompetensi inti dan kompetensi dasar serta indikator pembelajaran. Model pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan produk adalah model ADDIE yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (Hamzah, 2020). Penelitian pengembangan ini hanya dilakukan sampai penilaian kelayakan berupa validitas dan kepraktisan produk, tidak sampai menilai keefektifan dari produk yang dikembangkan melihat keterbatasan waktu dan biaya.

Tahap analisis merupakan tahap pertama dari penelitian pengembangan ini yang dilakukan untuk menganalisis atau mengidentifikasi potensi dan masalah yang terjadi di kelas. Pada tahap analisis peneliti memperoleh informasi melalui observasi pembelajaran, wawancara langsung dengan guru fisika kelas XI SMAN 1 Luragung, pemberian angket analisis kebutuhan kepada peserta didik, dan analisis kurikulum yang digunakan di sekolah.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika terdapat beberapa permasalahan di kelas seperti lemahnya kemampuan literasi dan numerasi peserta didik. Khususnya dalam materi fisika peserta didik kurang mampu menguasai perhitungan atau matematis. Pada proses pembelajaran terlihat masih banyak peserta didik yang menganggap pembelajaran sangat membosankan dikarenakan kurangnya media pembelajaran yang dapat menarik minat peserta didik dalam pembelajaran. pendidik juga memaparkan bahwa keterbatasan pelaksanaan pembelajaran di laboratorium disebabkan oleh kurangnya kelengkapan alat dan bahan praktikum yang tidak sesuai dengan kebutuhan dalam pembelajaran fisika. Keterlaksanaan kegiatan praktikum dalam pembelajaran fisika memiliki peranan penting untuk mencapai tujuan pembelajaran terutama pada aspek psikomotor (Anggereni et al., 2021). Kegiatan praktikum memungkinkan peserta didik untuk secara aktif terlibat dalam melakukan eksperimen atau percobaan untuk mempelajari konsep dan menguasai materi yang dipelajari (Zakwandi et al., 2020).

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan peserta didik menunjukkan bahwa 61,5% peserta didik membutuhkan LKPD yang menarik sebagai bahan ajar yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi gelombang bunyi. Menurut Purnawati et al., (2020) LKPD yang menarik memiliki peranan penting dalam pembelajaran diantaranya: (1) memotivasi peserta didik dalam pembelajaran; (2) meningkatkan pemahaman; (3) mendorong kreativitas dan pemecahan masalah; (4) memfasilitasi pembelajaran mandiri; dan (5) meningkatkan retensi informasi yang dapat membantu peserta didik mengingat konsep-konsep penting dan mengembangkan pengetahuan yang kokoh. LKPD yang menarik memiliki dampak yang signifikan dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, memotivasi peserta didik, memudahkan memahami

konsep, dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang optimal untuk peserta didik (Hidayah et al., 2020). Data tambahan diperoleh melalui analisis kebutuhan peserta didik yang menunjukkan 58,3% peserta didik menginginkan kegiatan pembelajaran berbasis proyek menggunakan LKPD pada materi gelombang bunyi. Penelitian yang dilakukan oleh Rezeki (2015) memperoleh hasil yang menguraikan bahwa pelaksanaan model pembelajaran PjBL dalam konsep peningkatan prestasi serta peran aktif siswa dalam proses pengajaran menghasilkan peningkatan kognitif terhadap prestasi belajar siswa (Rezeki et al., 2015).

Lembar kerja peserta didik (LKPD) yang akan dikembangkan dikolaborasikan dengan penerapan model *Project Based Learning* (PjBL). Hal ini dikarenakan dalam menghadapi abad 21 sangat penting bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*Critical thinking and problem solving*), komunikasi (*Communication*), kolaboratif (*Collaboration*), serta kreativitas dan inovasi (*Creativity and innovation*) (Agustina, 2019). Model *Project based learning* (PjBL) dipilih karena siswa dapat berperilaku bebas selama proses pembelajaran, mengambil keputusan dan mempresentasikan prestasinya kepada orang sehingga mampu mengajak siswa untuk aktif (Tascı, 2015). *Project based learning* mengaitkan banyak kemampuan berpikir siswa, sehingga bersifat *multi intelligence* karena siswa menggunakan berbagai intelegensi (*intelligence*) dalam melakukan proyek yang dilakukan pada lingkungan sekitarnya. Pemilihan model pembelajaran berbasis *Project Based Learning* pada materi gelombang bunyi menggunakan alat praktikum DiBu bertujuan untuk menarik minat peserta didik dalam materi gelombang bunyi. Selain itu juga peneliti bertujuan ingin meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh peserta didik. Menurut Baidowi et al., (2015) Model pembelajaran *Project Based Learning* memiliki beberapa keunggulan yaitu (1) mendorong siswa menjadi tertantang untuk menyelesaikan permasalahan nyata di lapangan melalui kegiatan proyek, (2) siswa menjadi aktif dalam pembelajaran, (3) kinerja siswa dalam menyelesaikan proyek lebih tertata (4) siswa lebih memiliki kebebasan dalam menyelesaikan proyek, (5) siswa termotivasi

untuk bersaing menghasilkan produk yang terbaik, dan (6) siswa menjadi lebih mandiri dan memiliki tanggung jawab terhadap proyek yang dikerjakan.

Beberapa studi ilmiah menunjukkan bahwa pembelajaran dengan kegiatan *hands-on* dapat membantu siswa untuk mengembangkan kreativitasnya dalam menyelesaikan masalah (Ates & Eryilmaz, 2011). Sehingga pembelajaran dengan melibatkan siswa secara langsung dalam proses memperoleh pengetahuan lebih baik daripada belajar hanya dengan mendengarkan ceramah tanpa sedikitpun kegiatan pengamatan terhadap objek pembelajaran. Hal itu dapat diperoleh dengan mengembangkan pembelajaran berbasis laboratorium. Untuk menciptakan kegiatan pembelajaran yang berbasis laboratorium seperti yang diharapkan, diperlukan media pembelajaran fisika yang menunjang kegiatan praktikum bagi peserta didik dan atau untuk demonstrasi bagi guru. Berdasarkan uraian analisis penulis bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu. Penelitian yang terkait dengan pengembangan bahan ajar ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Wulandari dan Novita (2018) menunjukkan bahwa LKPD Berbasis *Project based learning* Pada Materi Asam Basa untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis yang dikembangkan dinilai layak untuk digunakan ditinjau dari validitas, kepraktisan dan keefektifitas. Penelitian ini berkaitan dengan penelitian yang dilakukan yaitu pada pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis *project based learning*.

Analisis kurikulum dilakukan untuk mengetahui dan mengkaji karakteristik kurikulum yang digunakan oleh sekolah. Analisis kurikulum dilakukan dengan cara wawancara bersama M. Firmansyah S.Pd yang merupakan salah satu guru mata pelajaran fisika SMAN 1 Luragung. Wawancara dilakukan pada tanggal 10 Februari 2023. Kurikulum yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas XI adalah Kurikulum 2013. Berdasarkan hasil wawancara terdapat beberapa permasalahan di kelas seperti lemahnya kemampuan literasi dan numerasi peserta didik, literasi sains dikatakan lemah karena peserta didik tidak memiliki perjuangan atau motivasi belajar lebih giat, apalagi setelah dampak pandemi covid-19, semakin kesini tingkat perjuangan anak semakin melemah, aktivitas generasi z yang sangat dekat dengan gadget membuat pendidik harus bisa

memanfaatkan gadget sebagai media bahan ajar. Khususnya dalam materi fisika peserta didik kurang mampu menguasai perhitungan atau matematis. Pada proses pembelajaran terlihat masih banyak peserta didik yang menganggap pembelajaran sangat membosankan dikarenakan kurangnya media pembelajaran yang dapat menarik minat peserta didik dalam pembelajaran.

Pemberian materi di dalam kelas masih menggunakan papan tulis dan power point saja, pelaksanaan pembelajaran berbasis laboratorium masih sangat jarang dilakukan dikarenakan keterbatasan alat di laboratorium sekolah, kegiatan pembelajaran hanya mengandalkan buku paket yang disediakan oleh sekolah. Media pembelajaran berupa LKPD yang digunakan oleh pendidik biasanya hanya rangkuman materi dan beberapa soal latihan saja. Keterbatasan penggunaan media pembelajaran dikarenakan pendidik tidak hanya fokus mengajar dan menyampaikan materi di kelas kepada peserta didik, tetapi pendidik juga harus mempersiapkan administrasi pendidikan dalam menunjang pembelajaran.

Keterlaksanaan pembelajaran di laboratorium sedikit terhambat dikarenakan sekolah sedang melakukan renovasi, dan ketersediaan alat yang kurang memadai. Alat praktikum yang tersedia di kelas XI hanya terdapat pada materi tertentu, seperti hukum hooke, elastisitas, dan gelombang cahaya, dan penggunaannya terbatas pada keperluan demonstrasi saja. Guru mata pelajaran juga menyatakan bahwa dirasa dibutuhkan sistem pembelajaran yang dapat membuat peserta didik lebih tertarik dan fokus dalam mengikuti kegiatan pembelajaran seperti dengan melakukan praktikum didampingi dengan LKPD. Gelombang bunyi menjadi salah satu materi yang cukup sulit dipahami oleh peserta didik. Untuk sub bab yang dirasa sulit yaitu interferensi bunyi, kesulitan untuk menggambarkan bagaimana interferensi bunyi terjadi, begitupun pada sub materi resonansi, difraksi, dan gejala-gejala peredaman bunyi yang sulit digambarkan kepada peserta didik.

Peneliti merujuk pada Kompetensi Dasar (KD) 4.10 Mata Pelajaran Fisika untuk SMA Kurikulum 2013 revisi yang telah ditetapkan oleh pemerintah ketika mendefinisikan materi yang akan dipelajari peserta didik. Lebih lanjut, KD 4.10 tersebut diuraikan ke dalam beberapa indikator pembelajaran yang menentukan

pencapaian yang diharapkan peserta didik selama proses pembelajaran. Hasil analisis indikator pembelajaran kemudian dituliskan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 7 Analisis Indikator

No. KD	Deskripsi Kompetensi Dasar	Indikator
3.10	Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi	<ol style="list-style-type: none"> Menafsirkan arti fisis dari hasil pengukuran Memprediksi hasil pengukuran dari deskripsi hasil pengamatan Menghubungkan peristiwa yang terjadi dengan konsep gejala gelombang bunyi Menganalisis peristiwa untuk menentukan panjang gelombang bunyi dari sumber bunyi
4.10.	Melakukan praktikum tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil praktikum dan makna fisiknya misalnya sonometer, dan kisi difraksi	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan praktikum untuk menjelaskan gejala perambatan gelombang bunyi Melakukan praktikum untuk menjelaskan peristiwa peredaman gelombang bunyi Melakukan praktikum untuk menjelaskan peristiwa difraksi gelombang bunyi Mampu membaca skala pada alat pengukur intensitas bunyi

Peneliti dalam mendefinisikan materi yang akan diajarkan kepada peserta didik, meneliti indikator pembelajaran yang mengidentifikasi pencapaian yang diharapkan selama proses pembelajaran. Pada pembelajaran terkait penelitian ini, peserta didik diharapkan mampu melakukan praktikum untuk menjelaskan peristiwa perambatan, peredaman, dan difraksi gelombang bunyi. Selain itu, diharapkan pula bahwa peserta didik dapat membaca skala pada alat pengukur intensitas bunyi guna mendukung pemahaman mereka terhadap konsep tersebut. Hasil analisis indikator pembelajaran ini telah dijabarkan dalam tabel yang menyajikan data mengenai capaian yang diharapkan dari peserta didik selama pembelajaran.

Tahap kedua dari penelitian pengembangan ini yaitu tahap desain. Setelah melakukan analisis kebutuhan dan analisis kurikulum yang kemudian dievaluasi, maka selanjutnya peneliti membuat rancangan awal produk, pengkajian materi, pemilihan *platform* pendukung pembuatan LKPD, perencanaan instrumen validasi dan kepraktisan untuk menilai dan mengevaluasi produk yang dikembangkan.

Adapun *platform* utama yang digunakan oleh peneliti dalam membuat LKPD yang dikembangkan adalah aplikasi *Canva*. Aplikasi ini dipilih karena memuat berbagai macam gambar, *font*, template, dan mudah digunakan oleh siapapun yang tidak memiliki *background* dalam pembuatan *Design*. *Canva* merupakan *platform* desain digital yang menyediakan berbagai fitur yang menarik dan profesional (Klug, B., & Williams, 2016). Dengan demikian, peneliti dapat dengan mudah mengaplikasikan kreativitasnya dalam pengembangan LKPD, sehingga menghasilkan bahan ajar yang dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang menarik berperan penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, memberikan motivasi kepada peserta didik, mempermudah pemahaman terhadap konsep, dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang optimal bagi peserta didik

Pembuatan *flowchart* bertujuan untuk merencanakan dan mengilustrasikan secara visual langkah-langkah pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk alat praktikum DiBu berbasis Project Based Learning pada materi gelombang bunyi. *Flowchart* atau diagram alir tersebut menggambarkan dengan visual proses kerja yang dapat digunakan sebagai panduan oleh pengguna atau peserta didik (Okamoto et al., 2018).

Penyusunan materi bertujuan untuk merancang konten pembelajaran yang relevan, informatif, dan efektif (Novriani et al., 2021). Materi yang disajikan bersumber dari buku ajar fisika yang ditulis oleh Marthen Kanginan yang berjudul “Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI Berdasarkan Kurikulum 2013 Revisi” dan buku ajar fisika yang ditulis oleh Paul. A Tipler yang berjudul “Fisika : untuk sains dan teknik” edisi ketiga jilid 1 diterbitkan pada tahun 1998. Materi yang disajikan pada LKPD terdiri dari konsep dasar gelombang bunyi, gejala – gejala pada gelombang

bunyi, kegiatan praktikum menggunakan alat praktikum DiBu pada peristiwa gejala perambatan, peredaman, dan difraksi gelombang bunyi.

Peneliti menyusun Format Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan memperhatikan 6 komponen, termasuk judul yang menggambarkan kegiatan pada LKPD, petunjuk belajar yang berisi informasi untuk memahami konten LKPD, indikator pembelajaran yang mencakup tujuan pada materi tertentu dalam LKPD, informasi pendukung yang merangkum materi khusus dalam LKPD, langkah kerja yang menjelaskan prosedur yang akan diikuti oleh peserta didik dalam menyelesaikan LKPD, dan penilaian yang berisi pertanyaan atau tugas latihan yang akan dinilai pada pengerjaan LKPD (Depdiknas, 2008)

Tahap selanjutnya setelah peneliti melakukan perancangan terhadap LKPD adalah tahap pengembangan yang merupakan tahap utama dalam membuat atau mengembangkan LKPD menjadi satu kesatuan yang utuh. Selain itu pada tahap pengembangan juga dilakukan uji validasi oleh validator ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran. Uji validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kevalidan produk yang dikembangkan dan memperoleh saran atau masukan dari validator masing – masing ahli. Sehingga, produk yang dihasilkan oleh peneliti adalah produk yang valid, layak digunakan, dan bermanfaat bagi dunia pendidikan. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mendapatkan data yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perbaikan guna mencapai tingkat validitas yang memadai pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), sehingga dapat dianggap layak dan bermanfaat bagi para penggunanya (Pabri et al., 2022). Produk dianggap layak oleh peneliti setelah melalui uji validasi dan direvisi sesuai saran serta masukan dari pihak validator (Mukti, W. M., Puspita, Y. B., & Anggraeni, 2020). Rata-rata hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran menunjukkan bahwa E-LKPD yang telah dikembangkan masuk ke dalam kategori sangat valid. Menurut Retnawati (2016) kategori sangat valid berada pada interval 0,81 sampai 1.

LKPD yang dikembangkan memuat materi gelombang bunyi, sehingga media pembelajaran ini diperuntukkan untuk peserta didik kelas XI SMA. Pada pembuatan LKPD dilakukan secara sistematis dengan menyesuaikan dengan kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan

pembelajaran yang ingin dicapai pada materi gelombang bunyi. Aisyah & Rohayati (2018) menyatakan bahwa tujuan pembelajaran yang termuat dalam LKPD dijabarkan untuk setiap pertemuan, dan dalam setiap kegiatan pembelajaran harus berisikan penjelasan tujuan kegiatan pembelajaran guna membantu guru dan siswa untuk mempunyai arah pembelajaran yang lebih jelas dalam pelaksanaan pembelajarannya.

Setelah LKPD selesai dirancang dengan menggunakan *platform* Canva, tahapan selanjutnya adalah mengonversinya ke dalam format PDF dan mencetaknya. Langkah ini tidak hanya bertujuan untuk memiliki versi *hardfile* dari LKPD, tetapi juga untuk menyediakan akses yang lebih mudah bagi peserta didik dan pendidik. LKPD juga diunggah atau dipublish pada *Google Drive*, sehingga dapat diakses secara daring. Peneliti telah menyematkan *barcode* pada *cover* LKPD sebagai fasilitas tambahan, memungkinkan pengguna untuk dengan cepat dan mudah mengaksesnya melalui pemindai *barcode* yang tersedia. Pendekatan ini membuka peluang bagi peserta didik dan pendidik untuk lebih *fleksibel* dalam mengakses dan memanfaatkan materi pembelajaran, sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan pembelajaran modern.

Validasi oleh ahli materi dilakukan oleh tiga validator dengan dua aspek penilaian yaitu aspek didaktik dan aspek kesesuaian materi dan isi. Angket validasi ahli materi terdiri dari 12 indikator yang masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Angket uji validasi ahli materi menggunakan skala *likert* dengan rentang nilai 1 sampai 5 untuk setiap pernyataan. Adapun rata rata – rata validasi ahli materi berada pada kategori “sangat valid” dengan indeks Aiken 0,85. Analisis hasil validasi ahli materi terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dilakukan untuk memperoleh tingkat validitas dari setiap aspeknya. Kualitas dari setiap aspek menunjukkan bahwa rata-rata hasil validasi oleh ahli materi memenuhi kriteria sangat valid. Aspek didaktik memiliki nilai validitas tertinggi sebesar 0,85 mencapai kriteria sangat valid. Kelayakan aspek didaktik meliputi (1) Mengajak peserta didik aktif dalam proses pembelajaran, (2) Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep, (3) Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik, (4) Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi

sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri anak. Aspek selanjutnya yaitu aspek kesesuaian materi dan isi dengan nilai validitas sebesar 0,84 mencapai kriteria sangat valid. Kelayakan aspek kesesuaian materi dan isi meliputi (5) Memiliki tujuan pembelajaran yang jelas dan bermanfaat, (6) Relevansi materi dengan kompetensi dasar, (7) Kesesuaian materi dengan indikator, (8) Sistematika penyajian materi, (9) Kebenaran materi ditinjau dari aspek keilmuan, (10) Kejelasan topik pembelajaran, (11) Kejelasan uraian materi, (12) Kecukupan pemberian latihan. Kelainan hasil validasi terjadi pada indikator relevansi materi dengan kompetensi dasar. Kelainan hasil validasi berdasarkan pada saran dan perbaikan validator yaitu dengan menampilkan keseluruhan peta konsep pada materi gelombang bunyi, menyesuaikan antara indikator capaian kompetensi dengan tujuan pembelajaran, mengkaji kembali pengertian bedahan definisi dengan klasifikasi gelombang bunyi, dan menambahkan laman referensi yang relevan pada daftar pustaka. Menurut Sari et al., (2022) menyatakan bahwa penyajian materi E-LKPD memberikan gambaran yang jelas tentang materi keseluruhan yang dapat membantu peserta didik untuk memahami konsep inti dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa LKPD yang peneliti kembangkan sudah baik dari segi didaktik dan kesesuaian isi dan materi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Saidah et al., (2014) bahwa bahan ajar dapat dikatakan layak digunakan jika bahan ajar yang dikembangkan mempunyai keterkaitan dan keajegan antara materi dengan pencapaian SK dan KD, serta bahan ajar ditulis dengan menggunakan Bahasa yang baik, mudah dimengerti dan disajikan dengan menarik yang disertai dengan gambar, dan keterangan-keterangannya. Kelayakan materi pada LKPD dapat ditingkatkan dengan memastikan bahwa isi materi sesuai dengan kompetensi yang diharapkan, bahasa yang digunakan mudah dipahami, dan penyajian materi yang mendukung pemahaman peserta didik dalam pembelajaran (Putri et al., 2019).

Validasi ahli media dilakukan oleh tiga validator dengan empat aspek penilaian yaitu aspek tampilan, aspek huruf dan tulisan, aspek bahasa, dan aspek manfaat. Angket validasi ahli media terdiri dari 27 indikator yang masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Angket uji validasi ahli media menggunakan

skala *likert* dengan rentang nilai 1 sampai 5 untuk setiap pernyataan. Adapun rata-rata validasi ahli media dengan nilai validitas sebesar 0,83 berada pada kategori “sangat valid”. Analisis hasil validasi ahli media terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dilakukan untuk memperoleh tingkat validitas dari setiap aspeknya. Kualitas dari setiap aspek menunjukkan bahwa rata-rata hasil validasi oleh ahli media memenuhi kriteria sangat valid. Aspek tampilan memperoleh nilai validitas 0.84 dengan kategori sangat menarik. Kelayakan aspek tampilan meliputi (1) LKPD dilengkapi dengan cover yang menarik dan menggambarkan isi LKPD, (2) Ketepatan pemilihan dan komposisi warna pada background dengan warna tulisan LKPD, (3) Keterbacaan teks, (4) Ketepatan gambar dengan materi, (5) LKPD terlihat menarik dengan adanya penggunaan gambar, (6) Kejelasan gambar yang digunakan, (7) Kesesuaian dalam pemilihan gambar dengan isi materi, (8) LKPD dilengkapi daftar isi dan halaman, (9) Kemenarikan tampilan layout LKPD, (10) Warna dan unsur tata letak serasi dan memperjelas fungsi, (11) Tampilan background LKPD menarik, (12) Penempatan tata letak (judul, sub judul, ilustrasi menarik dan profesional), (13) LKPD yang dibuat merupakan produk perdana dan telah dimodifikasi dari LKPD alat praktikum DiBu. Menurut (Khalifah et al., 2021) LKPD dinyatakan layak pada aspek tampilan diperoleh karena penggunaan font huruf (jenis dan ukuran) yang sesuai layout atau tata letak rapih dan konsisten, perpaduan warna yang sesuai, desain tampilan LKPD yang menarik dan kesesuaian pemilihan gambar dengan materi.

Aspek selanjutnya pada validasi ahli media yaitu aspek huruf dan tulisan memperoleh nilai validitas 0.83 dengan kategori sangat layak. Kelayakan aspek huruf dan tulisan meliputi (14) Penggunaan variasi huruf (font) tidak berlebihan, (15) Ketepatan dalam pemilihan jenis huruf, (16) Ketepatan dalam pemilihan ukuran huruf, (17) Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca, (18) Penggunaan tanda baca tepat, (19) Pemisah antar paragraph jelas dan sesuai. Hal ini sesuai dengan temuan yang diungkap oleh Widjajanti (2008) yang menyatakan bahwa penggunaan huruf kapital dapat membantu siswa dalam memahami tujuan pembelajaran. Arsyad (2014) juga menegaskan bahwa penggunaan huruf kapital

atau huruf miring (*italic*) dalam penulisan dapat menekankan informasi penting, sehingga dapat menarik perhatian siswa dan memudahkan mereka memahaminya.

Pada aspek bahasa memperoleh nilai validitas 0.83 dengan kategori sangat layak. Kelayakan aspek bahasa meliputi (20) Menggunakan Bahasa yang baku dan sesuai KBBI, (21) Menggunakan struktur kalimat yang jelas dan efektif, (22) Kesesuaian ilustrasi dan materi, (23) Kegiatan dalam LKPD jelas dan mudah dipahami, (24) Pertanyaan yang disajikan mudah dipahami peserta didik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhayati et al., (2014) yang menyatakan bahwa dalam proses pembuatan LKPD, bahasa yang digunakan harus mematuhi Ejaan Yang Benar (EYD) dan memiliki daya tarik yang dapat meningkatkan motivasi siswa agar belajar dengan lebih tekun.

Aspek selanjutnya pada validasi ahli media yaitu aspek manfaat memperoleh nilai validitas 0.83 dengan kategori sangat valid. Kelayakan aspek bahasa meliputi (25) Kemudahan penggunaan LKPD berbasis PjBL, (26) Ketertarikan menggunakan LKPD berbasis PjBL, (27) Peningkatan motivasi belajar peserta didik dengan menggunakan LKPD berbasis PjBL.

Kesalahan dalam hasil validasi oleh ahli media terfokus pada indikator kejelasan gambar yang digunakan, dan untuk mengatasi hal ini, langkah-langkah perbaikan telah diidentifikasi. Salah satu saran dan perbaikan yang diusulkan oleh validator adalah mencantumkan sumber gambar yang digunakan dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Selain itu, disarankan untuk memberikan urutan penomoran pada alat dan bahan praktikum guna meningkatkan kejelasan. Pada bagian perencanaan proyek, validator merekomendasikan penambahan tanda seru di akhir kalimat perintah untuk memberikan panduan yang lebih jelas kepada peserta didik. Dengan memperhatikan saran-saran tersebut, diharapkan LKPD dapat diperbaiki sehingga lebih efektif dan dapat memberikan panduan yang lebih jelas kepada peserta didik dalam menjalani praktikum.

Perolehan kualifikasi yang sangat baik ini disebabkan oleh perhatian yang diberikan pada pembuatan LKPD berbasis *Project Based Learning*, yang mempertimbangkan karakteristik peserta didik dengan tujuan mencapai pembelajaran yang tidak hanya menyenangkan tetapi juga mampu memberikan

motivasi yang tinggi kepada mereka. Ini sejalan dengan pandangan Murti dan Muhtadin (2019) yang menyatakan bahwa pembuatan bahan ajar perlu memperhatikan karakteristik siswa untuk menarik minat mereka dalam proses belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis project-based learning yang telah dikembangkan memiliki kelayakan untuk dijadikan sebagai tambahan bahan ajar. Kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh lembar kerja peserta didik ini meliputi peningkatan efisiensi pembelajaran, motivasi siswa, pemberian fokus pada peserta didik, dan fasilitasi pembelajaran aktif siswa (Elwi et al., 2017).

Validasi ahli pembelajaran dilakukan oleh tiga validator dengan satu aspek penilaian yaitu aspek kesesuaian LKPD berbasis PjBL. Angket validasi ahli pembelajaran terdiri dari 6 indikator yang masing – masing indikator terdiri dari 1 butir penilaian. Angket uji validasi ahli media menggunakan skala *likert* dengan rentang nilai 1 sampai 5 untuk setiap pernyataan. Adapun rata rata – rata validasi ahli pembelajaran berada pada kategori “sangat valid” dengan indeks Aiken 0,8. Aspek Sintaks PjBL pada validasi ahli pembelajaran meliputi (1) LKPD sudah sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* a) Penentuan proyek b) Rancangan Langkah-langkah penyelesaian proyek c) Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek d) Penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru e) Penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek f) Evaluasi proses dan hasil proyek, (2) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik belajar mandiri, (3) LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat membangkitkan minat dan keinginan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan proyek secara langsung, (4) LKPD berbasis *Project Based Learning* mendorong peserta didik dalam melakukan dan menyelesaikan proyek secara sistematis, (5) LKPD berbasis *Project Based Learning* membantu peserta didik dalam meraih pembuktian atas hasil dari pengolahan data yang didapat, (6) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik dalam evaluasi berdasarkan data yang diperoleh.

Kesalahan dalam hasil validasi oleh ahli media terfokus pada indikator LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat membangkitkan minat dan keinginan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan proyek secara langsung. Untuk

mengatasi hal ini, langkah-langkah perbaikan telah diidentifikasi. Salah satu saran dan perbaikan yang diusulkan oleh validator adalah memperbaiki kalimat perintah pada langkah percobaan dalam bagian pelaksanaan proyek. Dengan demikian, diharapkan perbaikan ini dapat memperjelas instruksi dan mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam eksplorasi dan penyelesaian masalah proyek.

Kegiatan yang terdapat dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi pada Project-Based Learning (PjBL) yang telah dikembangkan, disesuaikan dengan pendekatan ilmiah, memungkinkan peserta didik untuk menggali sendiri konsep pengetahuan yang sedang dipelajari melalui serangkaian kegiatan pengamatan gejala-gejala gelombang bunyi. Pendekatan ini sejalan dengan pandangan M. Rohwati, (2012) dalam Setiawan dan Indana (2021), yang menyatakan bahwa pemilihan metode pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dapat memberikan pengalaman baru kepada peserta didik yang bersifat edukatif dan menyenangkan.

Berdasarkan hasil penilaian validasi ahli materi, ahli media, ahli pembelajaran, dan melakukan perbaikan berdasarkan saran atau masukan dari masing – masing ahli validasi maka LKPD berbasis *Project Based Learning* dengan berbantuan alat praktikum DiBu dapat dinyatakan valid dan layak untuk diujicobakan kepada subjek penelitian. Jika skor rata-rata penilaian mencapai Baik maka produk bahan ajar yang dikembangkan sudah dianggap efektif dan layak untuk digunakan (Fajriyanti, 2018).

Tahap implementasi adalah tahap uji coba produk yang dikembangkan kepada subjek penelitian sehingga dapat diperoleh hasil kepraktisan terhadap LKPD. Implementasi produk dilakukan kepada kelas XII MIPA 1 dan XII MIPA 2 dengan jumlah 68 siswa di SMAN 1 Luragung. Data hasil kepraktisan diperoleh dari angket respon peserta didik dan angket uji kepraktisan yang diisi oleh pendidik. Peserta didik mencoba, melihat, membaca, dan menggunakan LKPD yang dikembangkan, peserta didik juga melakukan praktikum menggunakan alat praktikum DiBu secara berkelompok. Setelah kegiatan pembelajaran menggunakan LKPD selanjutnya peserta didik mengisi angket yang telah disediakan oleh peneliti.

Berdasarkan hasil analisis respon peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan menunjukkan persentase nilai 90% dengan kategori “Sangat Baik”, Hasil tersebut menyimpulkan bahwa LKPD sangat baik digunakan dalam proses pembelajaran. Analisis uji kepraktisan oleh respon peserta didik terdiri dari tiga aspek penilaian yaitu aspek media, aspek materi, dan aspek pembelajaran. Aspek media memperoleh persentase sebesar 99% dengan kategori sangat baik. Aspek media meliputi (1) LKPD berbasis *Project Based Learning* yang digunakan adalah media pembelajaran yang baru, (2) Belajar menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* lebih menyenangkan. Evaluasi positif pada aspek media menunjukkan bahwa LKPD berbasis Project Based Learning telah berhasil menciptakan suasana pembelajaran yang baru dan menarik, memberikan dampak positif terhadap tingkat kepuasan peserta didik.

Aspek selanjutnya pada angket respon peserta didik yaitu aspek materi memperoleh nilai sebesar 88% dengan kategori sangat baik. Indikator aspek materi meliputi (3) Penyajian materi pada LKPD lebih menarik dan mudah dipahami, (4) Penggunaan Bahasa dan istilah pada LKPD tidak membingungkan. Hasil positif pada aspek materi menunjukkan bahwa desain dan penyajian materi dalam LKPD berbasis Project Based Learning mampu menarik minat peserta didik dan memberikan pemahaman yang efektif. Hal ini memberikan kontribusi positif terhadap keberhasilan pembelajaran, menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, serta memastikan pemahaman konsep yang maksimal pada peserta didik.

Aspek terakhir pada angket respon peserta didik adalah aspek pembelajaran memperoleh persentase nilai sebesar 82% dengan kategori sangat baik. Aspek pembelajaran meliputi (5) LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu pada materi gelombang bunyi sama seperti pembelajaran pada materi-materi sebelumnya, (6) Mengikuti pembelajaran fisika menggunakan LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu memudahkan saya memahami materi gelombang bunyi, (7) LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu membuat saya termotivasi dalam belajar fisika, (8) Saya ingin menggunakan LKPD berbasis

Project Based Learning pada materi lain. Hasil yang positif ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran ini mampu memberikan pengalaman belajar yang memotivasi, memberikan kemudahan pemahaman, dan menciptakan minat yang tinggi pada peserta didik terhadap materi fisika, merangsang keinginan untuk terus mengaplikasikannya pada materi pembelajaran yang berbeda.

Uji kepraktisan oleh pendidikan dilakukan kepada tiga orang guru fisika di SMAN 1 Luragung memperoleh skor rata – rata sebesar 0,94 dengan kategori sangat praktis. Uji kepraktisan dilakukan selama peneliti melakukan uji coba di SMAN 1 Luragung. Uji kepraktisan terdiri dari empat aspek penilaian yaitu aspek kualitas isi, aspek ketepatan cakupan, aspek model *Project Based Learning*, dan aspek tampilan LKPD. Pada aspek kualitas isi memperoleh persentase sebesar 0,94 dengan kriteria sangat praktis. Indikator kualitas isi meliputi (1) LKPD dapat memberikan pengalaman dan pengetahuan pada peserta didik, (2) Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, (3) LKPD dapat membiasakan peserta didik bekerja secara ilmiah serta mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari, (4) Penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat menghemat waktu dan efisien digunakan dalam pembelajaran, (5) Percobaan di dalam LKPD membuat belajar jadi lebih mandiri, (6) Pernyataan dan struktur kalimat LKPD mudah dipahami. Aspek ketepatan cakupan memperoleh persentase sebesar 0,92 dengan kriteria sangat praktis. Indikator ketepatan cakupan meliputi (7) Kesesuai dengan tujuan pembelajaran, (8) Kesesuaian KI, KD, dan indikator, (9) Contoh yang diberikan sesuai dengan fakta kehidupan sehari-hari. Menurut Mayasari et al., (2023) penyajian materi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mendorong peserta didik untuk diskusi dan kolaborasi dengan teman sebaya untuk saling belajar dari pengalaman dan perspektif masing-masing melalui interaksi sosial.

Aspek selanjutnya yaitu aspek model *Project Based Learning* memperoleh persentase sebesar 0,94 dengan kriteria sangat praktis. Indikator aspek model *Project Based Learning* meliputi (10) LKPD sudah sesuai dengan sintaks *Project Based Learning* a) Penentuan proyek b) Rancangan Langkah-langkah penyelesaian proyek c) Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek d) Penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru e) Penyusunan laporan dan presentasi hasil proyek f)

Evaluasi proses dan hasil proyek, (11) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik belajar mandiri, (12) LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat membangkitkan minat dan keinginan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan proyek secara langsung, (13) LKPD berbasis *Project Based Learning* mendorong peserta didik dalam melakukan dan menyelesaikan proyek secara sistematis, (14) LKPD berbasis *Project Based Learning* membantu peserta didik dalam meraih pembuktian atas hasil dari pengolahan data yang didapat, (15) LKPD berbasis *Project Based Learning* melatih peserta didik dalam evaluasi berdasarkan data yang diperoleh,

Aspek terakhir pada uji kepraktisan oleh pendidik adalah aspek tampilan LKPD memperoleh persentase sebesar 0,97 dengan kategori sangat praktis. Hal ini karena LKPD secara keseluruhan menarik dan mengikuti saran ahli, sehingga peserta didik muncul rasa ingin tahu untuk mempelajari materi gelombang bunyi. Penempatan teks, tata letak dan gambar dalam LKPD sesuai atau konsisten dari awal kegiatan sampai akhir kegiatan. Keseluruhan, hal ini menegaskan bahwa LKPD tidak hanya praktis namun juga berhasil menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan efektif bagi peserta didik. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Lenzner (2013) bahwa menggabungkan teks dan gambar dalam pembelajaran dapat memberikan efek yang cukup baik bagi siswa, fungsi gambar sebagai ilustrasi dapat meningkatkan pemahaman materi pembelajaran yang kompleks. Indikator aspek tampilan LKPD meliputi (16) LKPD yang dibuat merupakan produk perdana yang belum ada sebelumnya, (17) Meningkatkan motivasi belajar peserta didik, (18) Desain tampilan isi LKPD menarik untuk dilihat, (19) Bahasa yang digunakan dalam LKPD mudah dipahami oleh peserta didik, (20) Gambar yang digunakan mudah dipahami peserta didik, (21) Kombinasi warna yang digunakan dalam LKPD menarik.

Dalam penelitian ini, terungkap bahwa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan untuk alat praktikum DiBu, berbasis Project Based Learning pada materi gelombang bunyi, memenuhi standar kelayakan sebagai tambahan bahan ajar. LKPD yang telah dikembangkan telah memenuhi kriteria LKPD yang baik sesuai dengan panduan dari Widjajanti (2008), dengan

memperhatikan syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknis. Keberhasilan ini tercermin dari hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran, yang semuanya menunjukkan kategori sangat valid.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk alat praktikum DiBu berbasis *Project Based Learning* pada materi gelombang bunyi yang dikembangkan sudah sesuai dengan kebutuhan peserta didik hal ini dapat dilihat dari hasil angket analisis kebutuhan yang menyebutkan peserta didik membutuhkan LKPD yang menarik sebagai bahan ajar yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi gelombang bunyi. Selain itu pada hasil angket analisis kebutuhan juga peserta didik menginginkan kegiatan pembelajaran berbasis proyek menggunakan LKPD pada materi gelombang bunyi.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk alat praktikum DiBu berbasis *Project Based Learning* pada materi gelombang bunyi yang dikembangkan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pengembangan lembar kerja peserta didik lainnya. Pertama, LKPD ini mengarahkan peserta didik untuk mengembangkan kreativitas mereka. Kedua, peserta didik diharapkan dapat menerapkan kemampuan berpikir kritis dalam menyelesaikan permasalahan yang disajikan dalam LKPD. Ketiga, peran pendidik hanya bersifat sebagai fasilitator, sementara pembelajaran difokuskan pada partisipasi aktif peserta didik. Dengan demikian, LKPD untuk alat praktikum DiBu berbasis *Project Based Learning* pada materi gelombang bunyi dapat diterapkan dengan mudah oleh pendidik dalam mengimplementasikan proses pembelajaran. Kesimpulan ini diperkuat dengan pandangan bahwa penggunaan perangkat ini dianggap praktis jika guru mampu mengaplikasikannya secara logis dan berkesinambungan tanpa menghadapi kendala yang signifikan dalam proses pembelajaran Sugiyono (2013) dalam Krismona Arsana dan Sujana (2021)