

## **BAB 2 TINJAUAN TEORETIS**

### **2.1 Kajian Pustaka**

Kajian pustaka memuat teori-teori dan konsep-konsep yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti sebagai dasar dalam melangkah pada tahap penelitian selanjutnya.

#### **2.1.1 Lembar Kerja Peserta didik (LKPD)**

##### **2.1.5.1. Pengertian LKPD**

Secara umum LKPD merupakan suatu lembar kerja yang berisi informasi dimana peserta didik dapat mengerjakan sesuatu yang terkait dengan apa yang sedang dipelajarinya untuk mencapai tujuan pembelajaran. LKPD merupakan suatu bahan ajar cetak yang berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan peserta didik, baik yang bersifat teoritis atau praktis, yang mengacu kepada kompetensi dasar yang harus dicapai peserta didik dan penggunaannya tergantung dengan bahan ajar lain (Prastowo, 2014).

Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan panduan untuk peserta didik yang memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh (Trianto, 2010). Lembar kerja peserta didik adalah lembaran-lembaran berisikan tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik yang memuat petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas yang mengarah pada kompetensi dasar yang akan dicapai (Majid, 2009)

Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan sarana untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan pembelajaran sehingga terbentuk interaksi efektif antara peserta didik dan pendidik yang dapat membuat peserta didik aktif, seperti adanya kegiatan diskusi dan percobaan pada LKPD. LKPD berperan penting dalam pembelajaran dengan cara memberikan berbagai penugasan yang relevan dengan materi yang diajarkan sehingga dapat membantu mempermudah

pemahaman peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Pertiwi et al., 2021).

Berdasarkan pengertian LKPD menurut beberapa ahli yang telah diuraikan peneliti dapat menyimpulkan bahwa LKPD merupakan lembar aktivitas peserta didik yang berisi Langkah-langkah dan petunjuk yang meminta peserta didik untuk menyelesaikan suatu masalah dari tugas yang diberikan agar mampu memotivasi peserta didik untuk berfikir. LKPD digunakan dalam proses pembelajaran agar dapat membantu peserta didik dalam memahami materi ajar, LKPD berisi ringkasan-ringkasan materi dengan berbagai macam petunjuk untuk menyelesaikan tugas yang harus dikerjakan peserta didik. Baik secara praktis maupun teoritis yang mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik.

#### **2.1.5.2. Fungsi LKPD**

Menurut Prastowo (2015:205) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) mempunyai 4 manfaat yaitu:

- 1) LKPD sebagai bahan ajar dapat meminimalkan peran guru, namun dapat membuat peserta didik lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran;
- 2) LKPD sebagai bahan ajar dapat memudahkan peserta didik memahami materi yang sedang dipelajari;
- 3) LKPD sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya akan tugas untuk berlatih; dan
- 4) LKPD sebagai bahan ajar dapat memudahkan pelaksanaan Pendidikan kepada peserta didik.

Hal ini juga didukung oleh Wulandari dan Novita (2018:130) yang menyatakan bahwa “Lembar Kerja Peserta Didik berfungsi sebagai panduan belajar peserta didik dan juga memudahkan peserta didik dan guru melakukan kegiatan belajar mengajar (Wulandari & Novita, 2018).

#### **2.1.5.3. Tujuan LKPD**

Menurut Prastowo (2015:206) Lembar Kerja Peserta Didik mempunyai tujuan, yaitu:

- 1) Menyampaikan bahan ajar yang berfungsi untuk mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang disajikan oleh guru;

- 2) Menyajikan kewajiban peserta didik untuk meningkatkan penugasan terhadap materi yang telah disajikan;
- 3) Peserta didik dilatih bersikap mandiri dalam proses pembelajaran;
- 4) Memfasilitasi seorang pendidik dalam memberikan pekerjaan atau tugas kepada peserta didik;
- 5) Menunjang dan memperkuat tujuan pembelajaran dengan ketercapaian indikator, kompetensi dasar serta kompetensi inti yang sama dengan kurikulum yang berlaku saat ini; dan
- 6) Membantu peserta didik dalam memperoleh tujuan pembelajaran.

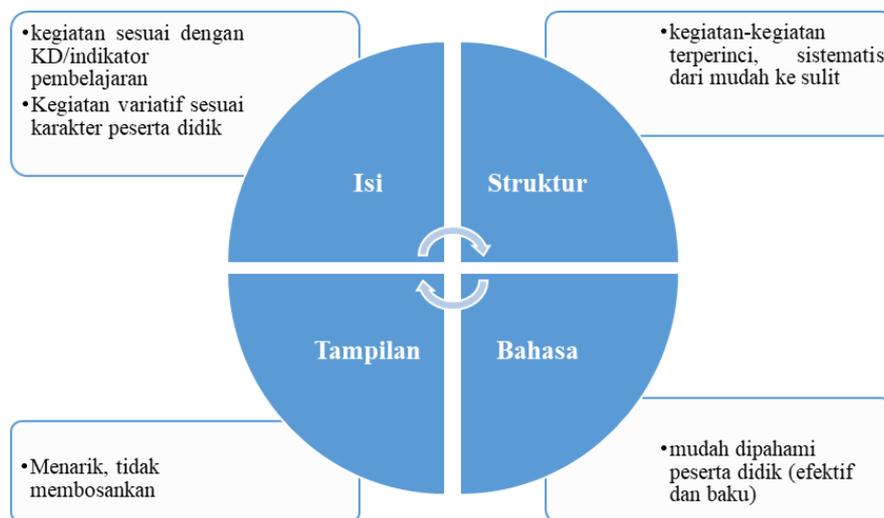
#### **2.1.5.4. Kriteria LKPD**

Menurut Kosasih (2021) LKPD yang baik harus memenuhi beberapa kriteria berikut ini:

- 1) Menekankan keterampilan proses yang di dalamnya berisi kegiatan-kegiatan sistematis dan terperinci, tentang kegiatan peserta didik berkaitan dengan KD atau indikator tertentu. Sebagaimana yang telah direncanakan guru dalam RPP;
- 2) Menyajikan kegiatan yang bervariasi, mulai dari yang sederhana kepada yang kompleks, sesuai dengan indikator-indikator pembelajaran yang telah dirancang guru sebelumnya;
- 3) Berisi kegiatan yang terukur yang memungkinkan untuk dilakukan peserta didik sesuai dengan kemampuan, minat, dan bakatnya;
- 4) Mengoptimalkan dan dapat mewakili cara belajar peserta didik yang beragam: visual, auditif, ataupun kinestetik;
- 5) Memiliki kesesuaian konsep dengan kebenaran keilmuan pada setiap prosedur kegiatan;
- 6) Menyajikan sejumlah kegiatan pada semua dimensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap dengan memperhatikan alokasi waktu yang tersedia;
- 7) Mendorong peserta didik untuk mengaplikasikan konsep-konsep yang ada pada buku teks, kepada pengembangan dalam kehidupan sehari-hari melalui sejumlah Latihan, kasus maupun tugas-tugas yang tersaji di dalamnya;
- 8) Menggunakan Bahasa yang mudah dipahami peserta didik; dan

- 9) Menampilkan sajian ilustrasi yang menarik dan tata letak yang tidak membosankan.

#### 2.1.5.5. Syarat LKPD yang baik



**Gambar 2. 1 Kriteria LKS yang baik**

**Sumber: Kosasih, E. (2021)**

Menurut Widjajanti (2008) menjelaskan terdapat tiga syarat di dalam penyusunan LKS yang baik diantaranya syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknis.

##### 1) Syarat Didaktik

Syarat didaktik pada LKPD menekankan proses untuk menemukan suatu konsep. LKPD juga harus mengikuti asa-asis pembelajaran efektif, yaitu:

- Mendorong peserta didik aktif dalam proses pembelajaran;
- Memberi penekanan pada kegiatan proses dalam rangka menemukan konsep;
- Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan;
- Mengembangkan kemampuan komunikasi social, emosional, moral, dan estetika diri peserta didik; dan
- Pengalaman belajar bertujuan untuk mengembangkan pribadi peserta didik;

##### 2) Syarat Konstruksi

Syarat konstruksi berkenaan dengan penggunaan Bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam LKPD yang pada hakikatnya

harus tepat guna dalam arti dapat dimengerti oleh peserta didik. Adapun syarat-syarat konstruksi tersebut yaitu:

- a) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik;
- b) Menggunakan struktur kalimat yang jelas;
- c) Memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik, dimulai dari yang sederhana kepada yang lebih kompleks;
- d) Menghindarkan pertanyaan yang terlalu terbuka;
- e) Tidak mengacu pada buku sumber yang diluar kemampuan keterbacaan peserta didik;
- f) Menyediakan ruangan yang cukup untuk memberi keleluasaan pada peserta didik untuk berpikir secara kreatif;
- g) Menyajikan kriteria jawaban kegiatan yang jelas (terukur) yang memudahkan guru di dalam memeriksa setiap kinerja peserta didik;
- h) Gunakan lebih banyak ilustrasi yang jelas dan menarik;
- i) Memperhatikan kemampuan peserta didik yang beragam, mulai dari yang cepat sampai pada yang lambat kemampuan belajarnya;
- j) Memiliki tujuan yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi; dan
- k) Mempunyai identitas untuk memudahkan administrasi. Misalnya kelas, mata pelajaran, topik, nama atau nama-nama anggota kelompok, tanggal, dan sebagainya.

### 3) Syarat Teknis

Syarat teknis dalam pengembangan LKPD berkenaan dengan tulisan, gambar dan penampilan LKPD. LKPD digolongkan dalam kategori baik apabila memenuhi syarat teknis sebagai berikut:

- a) Tulisan
  - (1) Menggunakan huruf yang jelas dan menarik;
  - (2) Menggunakan huruf tebal untuk topik, bukan huruf biasa yang diberi garis bawah;
  - (3) Menggunakan kalimat pendek yang efektif sehingga mudah dipahami peserta didik; dan

(4) Menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban dari peserta didik;

b) Gambar

Gambar yang baik untuk LKPD adalah gambar yang dapat menyampaikan pesan/isi dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna LKPD.

c) Penampilan

Penampilan sangat penting dalam LKPD karena lebih dulu peserta didik akan tertarik pada penampilan bukan pada isinya.

#### **2.1.5.6. Unsur Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)**

Menurut Asmaranti, (2018) jika dilihat dari format pembuatan LKPD terdapat delapan unsur utama yang meliputi judul, kompetensi dasar yang akan dicapai, waktu penyelesaian, peralatan atau bahan yang diperlukan peserta didik untuk menyelesaikan tugas, informasi singkat, Langkah kerja, tugas yang harus diselesaikan oleh peserta didik, dan laporan hasil kegiatan yang harus dikerjakan peserta didik. (Asmaranti & Pratama, 2013)

Menurut Depdiknas (2008) susunan dari LKPD yang baik secara umum meliputi tujuh unsur yaitu:

- 1) Judul;
- 2) Petunjuk belajar;
- 3) Kompetensi yang akan dicapai;
- 4) Informasi pendukung;
- 5) Langkah-langkah kegiatan;
- 6) Latihan-latihan; dan
- 7) Penilaian.

Berdasarkan beberapa sumber tersebut, peneliti akan mengembangkan LKPD dengan susunan yaitu judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar yang akan dicapai, informasi pendukung, langkah-langkah kegiatan serta latihan, dan akan disesuaikan kembali dengan sintaks pada model pembelajaran *Project Based Learning*.

## **2.1.2 Alat Praktikum DiBu**

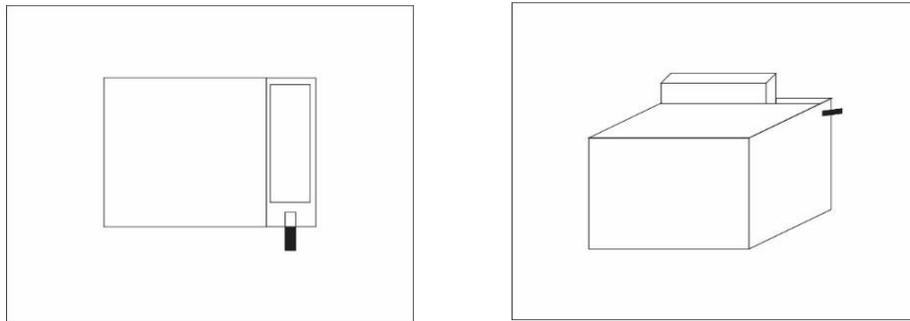
### **2.1.5.1. Dibu (Difraksi Bunyi)**

DiBu merupakan alat praktikum berbasis laboratorium hasil pengembangan (Azzahra, 2021). DiBu merupakan alat praktikum yang mudah dibuat dan mudah digunakan sehingga dapat menunjang pembelajaran fisika khususnya pada materi gelombang bunyi. DiBu merupakan salah satu alternatif alat praktikum yang dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep gelombang bunyi khususnya pada sub materi gejala perambatan, peredaman, dan difraksi gelombang bunyi

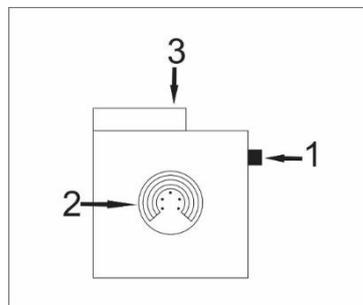
### **2.1.5.2. Desain Dibu**

Alat praktikum DiBu seperti yang telah dijelaskan diatas sebagai salah satu media pembelajarn yang mudah dibuat dan mudah digunakan. DiBu terbuat dari triplek 3 mm berwarna coklat. Menurut Alfi Azzahra (2020) ukuran alat dibuat kecil hanya untuk tempat rangkaian sumber bunyi, sehingga ruang analisis gejalanya tidak terbatas. 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* dengan sumber tegangan tiga buah baterai ukuran AA, masing-masing 1,5 volt. Desibel meter digunakan untuk mengukur nilai intensitas bunyi yang dihasilkan *buzzer*. Menurut Alfi Azzahra (2020) sumber bunyi menggunakan *buzzer* karena efisien dan mudah dibawa kemana-mana, rangkaian listrik yang sederhana, dan dapat menghasilkan sebuah bunyi dalam waktu yang lama. Pada peristiwa pengukuran taraf intensitas dari peristiwa perambatan, peredaman, dan difraksi membutuhkan waktu yang lama, sehingga *buzzer* dipilih sebagai sumber bunyi.



**Gambar 2. 2 Desain tampak atas dan tampak samping**



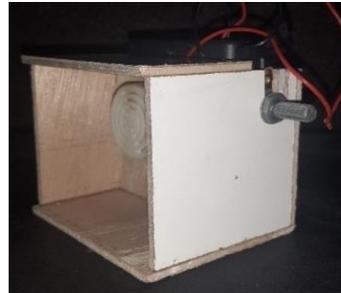
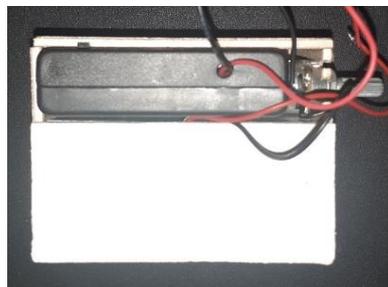
Keterangan:

1: pengatur volume

2: *buzzer*

3: dudukan baterai

**Gambar 2. 3 Desain tampak depan**



**Gambar 2. 4 DiBu tampak atas DiBu tampak samping**



**Gambar 2. 5 DiBu tampak depan**

### 2.1.2.3 Langkah percobaan menggunakan DiBu

Percobaan 1 : Perambatan gelombang bunyi

Tujuan : 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  $TI_2$ ,  $TI_3$ ,  $TI_4$ , dan  $TI_5$ .

Percobaan 2 : Peredaman gelombang bunyi

Tujuan : Menunjukkan Peredaman gelombang bunyi

Langkah percobaan

- 1) Hidupkan *buzzer* dan mengukur tingkat intensitas bunyi di  $r_1$ ;
- 2) Pasang dinding pembatas tepat di depan *buzzer*, mengukur tingkat intensitas bunyi di  $r_1$ ;
- 3) Ulangi langkah 1) dan 2) saat diberi penghalang A, dan saat diberi penghalang B;
- 4) Ulangi langkah 1) dan 2) pada jarak yang berbeda hingga didapat minimal lima posisi berbeda;
- 5) Hitung selisih intensitas bunyi tanpa penghalang dengan berpenghalang A, dan selisih intensitas bunyi tanpa penghalang dengan berpenghalang B.

Percobaan 3 : Gejala difraksi gelombang bunyi

Tujuan : Menunjukkan peristiwa pelenturan gelombang bunyi

Langkah percobaan

- 1) Ukur tingkat intensitas bunyi pada posisi sejajar sumber bunyi dan celah tunggal di  $r_5$  dari dinding pembatas;

- 2) Ukur tingkat intensitas bunyi pada posisi lain berjarak  $y$  di  $r_5$  untuk mendapatkan data  $n$  ke-1 hingga  $n$  ke-5;
- 3) Hitung nilai panjang gelombang bunyi yang dihasilkan *buzzer* berdasarkan percobaan gejala difraksi bunyi;
- 4) Hitung nilai frekuensi gelombang bunyi yang dihasilkan *buzzer*.

### 2.1.3 Model *Project Based Learning*

#### 2.1.5.1. Pengertian Model *Project Based Learning (PjBL)*

Model pembelajaran *Project Based Learning* atau PjBL adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik atau student centered dan peran guru sebagai motivator dan fasilitator, dimana pada proses pembelajarannya melibatkan peserta didik untuk menghasilkan atau menyelesaikan suatu proyek. Pada pelaksanaannya model pembelajaran PjBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membuat keputusan, melakukan penelitian, dan menyelesaikan suatu proyek.

*Project Based Learning* merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai media ajar. Rahmawati dan Yulani (2018:243) menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis proyek adalah sebuah pembelajaran yang menggunakan suatu permasalahan sebagai salah satu langkah awal untuk membangun pengetahuan berdasarkan kehidupan nyata. (Hosnan, 2014) juga menyatakan bahwa "*Project Based Learning*" merupakan model belajar yang menggunakan masalah sebagai Langkah awal dalam pengumpulan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata". Pembelajaran berbasis proyek seringkali diartikan juga sebagai proses kerja yang tersusun dari berbagai tugas dan dilandaskan dengan beberapa pertanyaan dan permasalahan yang dapat menuntut peserta didik untuk berpikir kritis dalam memecahkan masalah. Langkah penyelesaian masalah yang dilakukan oleh peserta didik dapat dijadikan dasar dalam melakukan penilaian (Wena, 2010).

Berdasarkan pendapat dari beberapa ahli tersebut peneliti menyimpulkan model *Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang berbasis aktivitas

pada peserta didik agar menciptakan suatu produk untuk memecahkan masalah dan menumbuhkan dalam mengatasi permasalahan yang nyata.

#### **2.1.5.2. Karakteristik Model *Project Based Learning* (PjBL)**

Karakteristik Model *Project Based Learning* dijelaskan oleh Kemendikbud, yaitu: (1) peserta didik membuat keputusan tentang kerangka kerja, (2) Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada peserta didik, (3) peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan, (4) peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan, (5) Proses evaluasi dijalankan secara kontinu, (6) peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan, (7) Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif, (8) Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan. (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014)

Beberapa karakteristik dari model PjBL tersebut menandakan jika peserta didik mampu mengeksplorasi secara mandiri dalam proses pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh Furi et al. (2018) bahwa pembelajaran praktik berbasis proyek dapat membuktikan kualitas peserta didik yang lebih baik. Pembelajaran berbasis proyek juga dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda kepada peserta didik, dimana selama proses pembelajaran peserta didik diharuskan untuk berperan secara aktif untuk memberikan ide-ide yang mereka miliki juga peserta didik harus mengumpulkan segala informasi yang berkaitan dengan materi ajar untuk menyelesaikan proyek.

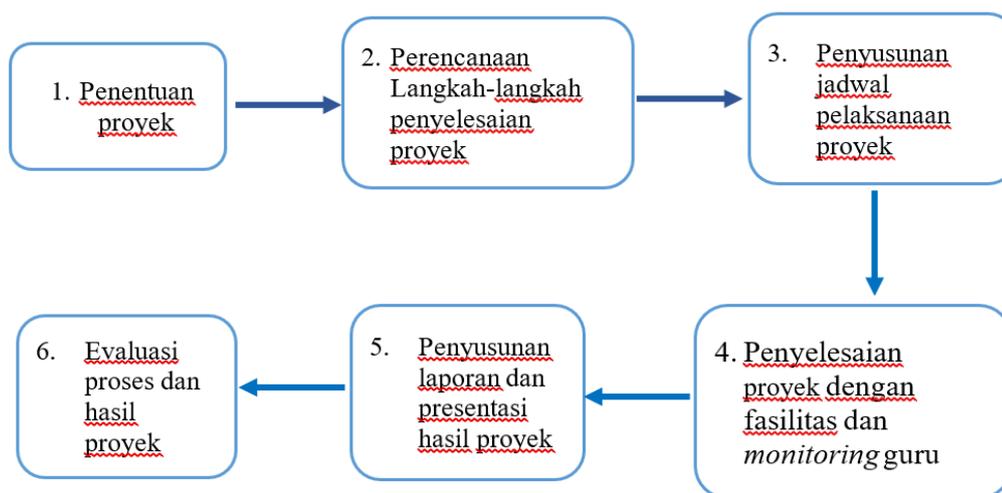
#### **2.1.5.3. Langkah-langkah Model *Project Based Learning* (PjBL)**

Pada pembelajaran menggunakan Model *Project Based Learning* peserta didik dihadapkan dengan latihan atau tugas dimana peserta didik dituntut untuk memecahkan suatu masalah, merencanakan, dan membuat proyek sebagai solusi dari masalah yang diberikan oleh guru. Langkah-langkah Model *Project Based Learning* telah dijelaskan oleh Kemendikbud (2013) terdiri dari 6 langkah yaitu:

- 1) Penentuan pertanyaan mendasar (*Start with the essential question*);
- 2) Mendesain perencanaan proyek (*Design a plan for the project*);

- 3) Menyusun jadwal (*Create a schedule*);
- 4) Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the students and the progress of the project*);
- 5) Menguji hasil (*Assess the outcome*); dan
- 6) Mengevaluasi pengalaman (*Evaluate the experience*).

Menurut Hosnan (2014:325) menyatakan bahwa terdapat 6 langkah untuk melaksanakan model *Project Based Learning*, yaitu: (1) penentuan proyek; (2) perencanaan langkah-langkah penyelesaian proyek; (3) penyusunan jadwal pelaksanaan proyek; (4) penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru; (5) penyusunan laporan dan presentasi/publikasi hasil proyek; dan (6) evaluasi proses dan hasil proyek.



**Gambar 2. 6 Sintaks model Project Based Learning**

**Sumber:** (Keser, 2010)

Berdasarkan beberapa penjelasan diatas peneliti dapat mengambil kesimpulan untuk penelitian ini akan menggunakan langkah-langkah model *Project Based Learning* menurut Hosnan, yaitu: (1) penentuan proyek; (2) perencanaan langkah-langkah penyelesaian proyek; (3) penyusunan jadwal pelaksanaan proyek; (4) penyelesaian proyek dengan fasilitas dan monitoring guru; (5) penyusunan laporan dan presentasi/publikasi hasil proyek; dan (6) evaluasi proses dan hasil proyek.

#### **2.1.4 Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Project Based Learning***

Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Project Based Learning* merupakan suatu produk Lembar Kerja Peserta Didik dengan menggunakan tahapan *Project Based Learning* yang akan dimuat pada tahapan pembelajaran. LKPD yang dikembangkan akan digunakan oleh guru untuk menunjang proses pembelajaran. Tidak hanya LKPD, berbagai jenis bahan ajar dapat dikembangkan dengan berbasis PjBL seperti buku dan modul.

Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Project Based Learning* yang dikembangkan oleh peneliti nantinya akan dikolaborasikan dengan alat praktikum Dibu pada materi gelombang bunyi. 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*) (Sugiyono, 2015).

Model *Project Based Learning* (PjBL) dipilih karena peserta didik dapat berperilaku bebas selama proses pembelajaran, mengambil keputusan dan mempresentasikan prestasinya kepada orang sehingga mampu mengajak peserta didik untuk aktif. *Project Based Learning* mengaitkan banyak kemampuan berpikir peserta didik, sehingga bersifat *multi intelligence* atau kecerdasan majemuk karena peserta didik menggunakan berbagai kecerdasan dalam melakukan proyek yang dilakukan pada lingkungan sekitarnya. Dalam hal ini proyek dapat membangkitkan antusiasme para peserta didik untuk turut berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran.

#### **2.1.5 Gelombang Bunyi**

##### **2.1.5.1. Pengertian Gelombang Bunyi**

Bunyi adalah gelombang longitudinal yang merambat dalam suatu medium. Bunyi dapat merambat melalui medium seperti zat padat, zat cair, dan gas. Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang digolongkan sebagai gelombang longitudinal. Bunyi dapat terdengar oleh telinga karena adanya getaran yang merambat ke telinga pendengar. Gelombang bunyi dapat merambat dari sumber bunyi ke segala arah. Terdapat beberapa kemungkinan saat gelombang

bunyi menemui suatu penghalang, bisa dipantulkan, dibelokkan, diteruskan, atau di redam.

Klasifikasi gelombang bunyi menurut frekuensinya bunyi dibagi menjadi tiga terdiri dari bunyi infrasonik, bunyi audiosonik, dan bunyi ultrasonic.

- 1) Infrasonik, bunyi dengan frekuensi <20 Hz. Bunyi ini tidak dapat didengar oleh manusia. Bunyi ini dapat didengar oleh hewan seperti jangkrik, laba-laba, gajah, anjing dan lumbalumba. Contoh pemanfaatan bunyi infrasonik adalah deteksi getaran pergerakan lempeng bumi.
- 2) Audiosonik, bunyi dengan frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz. Bunyi ini dapat didengar oleh manusia dan kebanyakan hewan lainnya.
- 3) Ultrasonik, bunyi dengan frekuensi >20.000 Hz. Karena frekuensi bunyi ultrasonik terlalu besar sehingga tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonic sulit menembus hambatan dengan struktur padat atau keras, sehingga bunyi ultrasonik hanya dapat dipantulkan. Bunyi ini dapat didengar oleh hewan seperti kelelawar dan lumba-lumba. Contoh pemanfaatan bunyi ultrasonik adalah untuk mendiagnosa penyakit jantung melalui proses USG (*Echocardiography*), bunyi ultrasonic ultrasonik juga dapat digunakan untuk mendiagnosa janin di dalam kandungan melalui proses USG (Ultrasonografi).

#### **2.1.5.2. Karakteristik Gelombang Bunyi**

##### 1) Intensitas Gelombang Bunyi

Intensitas Gelombang Bunyi adalah bilangan yang menunjukkan tingkat kekerasan bunyi. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar. Kuat atau keras lemahnya bunyi tergantung pada amplitudo getaran yang menyebabkan bunyi. Semakin besar amplitudo getarannya maka akan semakin keras bunyi yang terdengar oleh telinga begitupun sebaliknya. Kuat lemahnya bunyi juga bergantung pada jarak sumber bunyi. Berikut merupakan persamaan intensitas bunyi

$$I = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Jika cepat rambat bunyi ke segala arah maka dapat dinyatakan dengan

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2)$$

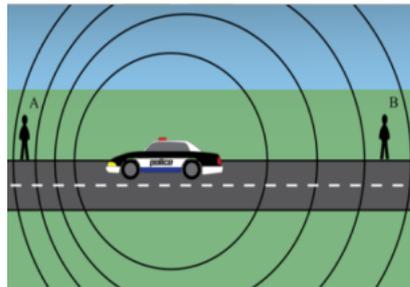
Keterangan:

$I$  = intensitas gelombang bunyi  $\left(\frac{\text{watt}}{\text{m}^2}\right)$

$P$  = daya (watt)

$A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

## 2) Efek Doppler



**Gambar 2. 7 Ilustrasi Efek Doppler**

**Sumber:** <https://chuznulchotimah02.blogspot.com/2015/03/efek->

Efek Doppler adalah perubahan frekuensi atau Panjang gelombang sumber gelombang yang diterima pengamat karena adanya gerak relatif di antara keduanya. Dengan sederhana ketika sumber bunyi mendekati pengamat maka ketinggian nada bunyi lebih tinggi daripada ketika sumber bunyi tersebut diam, begitu juga ketika sumber bunyi menjauhi pengamat maka ketinggian nada lebih rendah. Secara sistematis efek doppler dinyatakan sebagai berikut:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} f_s \quad (3)$$

Keterangan:

$f_p$  = frekuensi pendengar (Hz)

$f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

$v$  = cepat rambat bunyi  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$v_p$  = kecepatan pendengar  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$v_s$  = kecepatan sumber bunyi  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

### 3) Cepat Rambat Bunyi

Cepat rambat bunyi adalah jarak yang ditempuh gelombang bunyi pada setiap satu-satuan waktu. Cepat rambat bunyi dapat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu:

- a) Kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi. Semakin rapat susunan partikel medium maka semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat.
- b) Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat bunyi merambat.

Cepat rambat bunyi diselidiki oleh ilmuwan Belanda yaitu *Van Beek and Moll*. Kedua ilmuwan tersebut berhasil merumuskan cepat rambat gelombang bunyi pada persamaan berikut ini:

$$v = \frac{s}{t} \quad (4)$$

Keterangan:

$v$  = cepat rambat bunyi  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$s$  = jarak (m)

$t$  = waktu (s)

Jika yang diketahui yang diketahui frekuensi ( $f$ ), panjang gelombang ( $\lambda$ ), atau periode ( $T$ ). Gunakan rumus dibawah ini

$$v = \lambda \times f \text{ atau } v = \frac{\lambda}{T} \quad (5)$$

Keterangan:

$v$  = cepat rambat bunyi  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$\lambda$  = panjang gelombang bunyi(m)

$f$  = frekuensi bunyi(Hz)

$T$  = periode gelombang (s)

- (1) Cepat rambat bunyi pada zat padat dipengaruhi oleh modulus elastisitas dan kerapatan medium. Cepat rambat atau laju gelombang dalam zat padat dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (6)$$

Keterangan:

$v$  = laju gelombang bunyi  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$E$  = modulus elastisitas  $\left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$

$\rho$  = kerapatan medium  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

(2) Cepat rambat bunyi dalam zat cair dipengaruhi oleh modulus bulk dan kerapatan medium yang dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (7)$$

Keterangan:

$v$  = laju gelombang bunyi  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$B$  = modulus bulk  $\left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$

$\rho$  = kerapatan medium  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

(3) Cepat rambat gelombang bunyi pada gas, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{Mr}} \quad (8)$$

Keterangan:

$v$  = laju gelombang bunyi  $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$\gamma$  = konstanta laplace

$R$  = konstanta gas umum  $\left(8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}\right)$

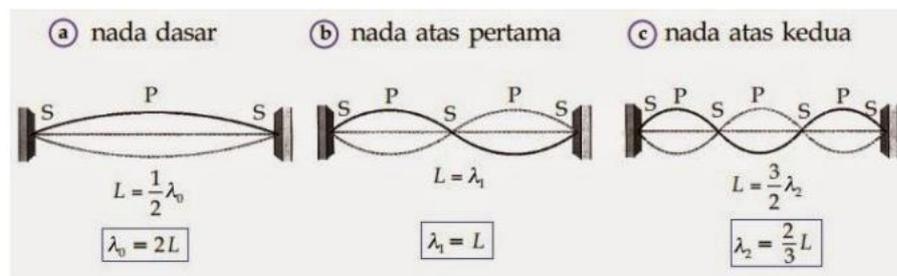
$T$  = suhu (K)

$Mr$  = massa molekul relatif gas

### 2.1.5.3. Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah objek yang dapat menghasilkan suara atau bunyi. Hampir semua benda atau objek dapat bergetar dan menghasilkan sumber bunyi.

- 1) Resonansi adalah bergetarnya suatu benda karena adanya benda lain yang bergetar akibat kesamaan frekuensi. Resonansi bunyi hanya dapat terjadi jika suatu benda memiliki frekuensi alami yang sama dengan frekuensi alami sumber bunyi yang bergetar.
- 2) Bunyi pada dawai, senar atau gitar petik akan bergetar dan menghasilkan bunyi. Getaran pada dawai akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi nada tertentu bergantung pada banyaknya jumlah gelombang yang terbentuk pada dawai.



Gambar 2. 8 Resonansi bunyi pada dawai

Keterangan:

$F$  = tegangan dawai (N)

$\mu$  = massa persatuan panjang ( $\frac{kg}{m}$ )

$l$  = panjang dawai (m)

$f_0$  = frekuensi nada dasar (Hz).

Nada dasar  $f_0$  dawai yang terikat kedua ujungnya menurut hukum *Marsenne*:

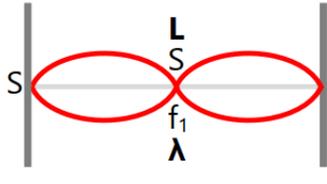
$$f_0 = \frac{v}{2L}$$

$v$

(9)

Nada atas ke 1 terjadi jika sepanjang dawai terbentuk 1 gelombang.

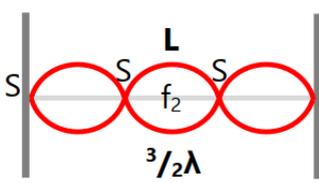
$$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L}$$



(10)

Nada atas ke 2 terjadi jika sepanjang dawai terbentuk  $1\frac{1}{2}$  gelombang.

$$f_2 = \frac{3v}{2L}$$



(11)

Berdasarkan data diatas diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke n

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L}$$

(12)

Jumlah simpul tiap frekuensi nada adalah  $n + 2$ , dan jumlah perut tiap frekuensi nada adalah  $n + 1$ . Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi.

$$f_0 = \frac{v}{2L}, f_1 = 2 \left( \frac{v}{L} \right), f_2 = 3 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi diatas, yaitu

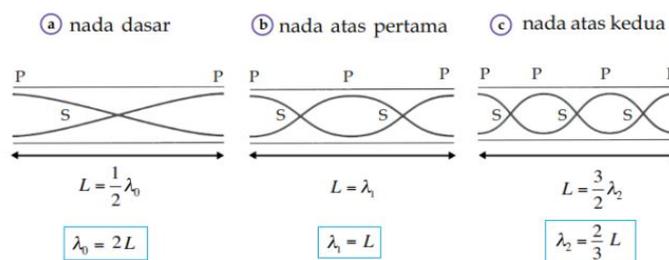
$$f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$$

- 3) Pipa organa, adapun sumber bunyi yang lain yaitu berasal dari pipa organa. Pipa organa menggunakan kolom udara sebagai sumber getarannya yang akan menghasilkan bunyi. Contoh alat musik pipa organa pada seruling, terompet, dan piano.



**Gambar 2. 9 Terompet**

- a) Pipa organa terbuka memiliki ujung yang berhubungan dengan udara luar, contoh pipa organa terbuka yaitu flute dan rekorder



**Gambar 2. 10 Frekuensi pada pipa organa terbuka**

Nada dasar ( $f_0$ ), jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{1}{2}$  gelombang

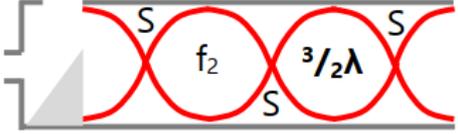
$$f_0 = \frac{v}{2L} \quad (13)$$

Nada atas pertama ( $f_1$ ), jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{3}{4}$  gelombang

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L} \quad (14)$$

Nada atas kedua ( $f_2$ ), jika sepanjang pipa organa terbentuk  $3/2$  gelombang

$$f_2 = \frac{3v}{2L}$$



$(15)$

Berdasarkan data diatas diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke  $n$

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L}$$

(16)

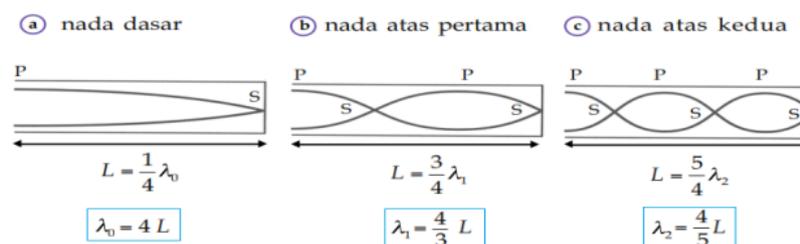
Jumlah simpul tiap frekuensi nada adalah  $n + 1$ , dan jumlah perut tiap frekuensi nada adalah  $n + 2$ . Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi.

$$f_0 = \frac{v}{2L}, f_1 = 2 \left( \frac{v}{L} \right), f_2 = 3 \left( \frac{v}{2L} \right)$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi diatas, yaitu

$$f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$$

- b) Pipa organa tertutup, memiliki ujung yang tidak berhubungan dengan udara luar, contohnya klarinet.



**Gambar 2. 11 Frekuensi pada pipa organa tertutup**

Nada dasar ( $f_0$ ), jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{1}{4}$  gelombang

$$f_0 = \frac{v}{4L}$$

L  
S  
 $f_0$   $\frac{1}{4}\lambda$

(17)

Nada atas pertama ( $f_1$ ), jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{3}{4}$  gelombang

$$f_1 = \frac{3v}{4L}$$

L  
S S  
 $f_1$   $\frac{3}{4}\lambda$

(18)

Nada atas kedua ( $f_2$ ), jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{5}{4}$  gelombang

$$f_2 = \frac{5v}{4L}$$

L  
S S S  
 $f_2$   $\frac{5}{4}\lambda$

(19)

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke n

$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L}$$

(20)

Jumlah simpul dan perut tiap frekuensi nada adalah  $n + 1$ . Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi.

$$f_0 = \frac{v}{4L}, f_1 = 3 \left( \frac{v}{4L} \right), f_2 = 5 \left( \frac{v}{4L} \right)$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi diatas, yaitu

$$f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 3 : 5$$

#### 2.1.5.4. Gejala-gejala Gelombang Bunyi

- 1) Refleksi (pemantulan), dalam pemantulan bunyi berlaku juga hukum pemantulan gelombang. Pemantulan bunyi di ruang tertutup dapat menyebabkan gema/merinding karena bunyi yang dipantulkan dan bunyi aslinya tetap menyatu.
- 2) Refraksi (pembiasan), dalam pembiasan bunyi berlaku hukum pembiasan gelombang. Pembiasan gelombang menyebabkan guntur malam hari menjadi lebih keras daripada guntur siang hari.

**Tabel 2. 1 Refraksi gelombang bunyi**

Perbedaan	Siang	Malam
Udara diatas	Lebih dingin	Lebih panas
Udara di bawah	Lebih panas	Lebih dingin
Refraksi	Dari rapat ke kurang rapat	Dari kurang rapat ke rapat
Bunyi petir	Lebih pelan	Lebih keras

- 3) Difraksi (pembelokan), bunyi mudah terdifraksi karena memiliki Panjang gelombang yang lebih besar. Difraksi adalah pembelokan atau penyebaran arah gelombang bunyi melewati celah atau menghadapi gerakan rintangan di jalurnya. Jumlah difraksi tergantung pada ukuran penghalang dan panjang gelombang. Semakin kecil penghalang dibandingkan Panjang gelombangnya, maka semakin besar pembelokan yang terjadi.
- 4) Interferensi (perpaduan), Interferensi dua buah gelombang bunyi koheren akan menghasilkan pola terang gelap yang merupakan pola interferensi konstruktif-destruktif. Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terdiri dari rapatan dan regangan. Jika rapatan dua gelombang dengan tekanan lebih tinggi bertemu pada lokasi yang sama, akan menimbulkan tekanan yang lebih besar sehingga terbentuk interferensi saling menguatkan. Begitupun pada dua regangan yang bertekanan lebih rendah bertemu pada lokasi yang sama. Jika keduanya terjadi, kedua gelombang ini akan saling menguatkan dan menghasilkan bunyi sangat keras.

Beda lintasan dengan interferensi konstruktif:

$$\Delta s = n \cdot \lambda \quad (21)$$

Beda lintasan dengan interferensi destruktif:

$$\Delta s = \left( n + \frac{1}{2} \right) \cdot \lambda \quad (22)$$

- 5) Pelayangan gelombang adalah interferensi dua bunyi beramplitudo sama namun berbeda frekuensi sedikit. Pelayangan bunyi membentuk interferensi konstruktif-destruktif yang disebut layangan. Satu layangan didefinisikan sebagai gejala dua bunyi keras atau lemah yang terjadi berurutan.

Frekuensi layangan dapat dihitung:

$$f_L = |f_1 - f_2| \quad (23)$$

#### 2.1.5.5. Aplikasi Gelombang Bunyi

- 1) SONAR (*Sound Navigation and Ranging*)

Sonar dapat digunakan untuk:

- a) Sistem navigasi dengan bunyi pantul ultrasonik.
- b) Pada kamera, untuk mendeteksi jarak benda yang akan difoto.
- c) Pada mobil untuk mendeteksi jarak benda-benda yang ada di sekitar mobil.

- 2) Pengukur kedalaman laut

Kedalaman laut diukur dengan fathometer, dengan mengukur selang waktu yang dibutuhkan untuk menerima kembali pulsa ultrasonik yang dikirimkan.

$$\Delta d = \frac{v \times \Delta t}{2} \quad (24)$$

- 3) Mendeteksi keretakan logam, keretakan logam dideteksi dengan pemindai menggunakan bunyi ultrasonik.
- 4) Ultrasonografi (USG), adalah pencitraan medis untuk melihat bagian tubuh menggunakan bunyi ultrasonik. Kelebihan USG:
  - a) Lebih aman daripada X-Ray, MRI dan *CT Scan*.
  - b) Dapat melakukan pencitraan 3D organ organ dalam tubuh.
  - c) Dapat mendeteksi perbedaan sel dan jaringan normal dengan abnormal
- 5) Mengukur kelajuan darah

Kelajuan darah dapat diukur dengan menggunakan efek Doppler. Bunyi ultrasonik diarahkan menuju pembuluh nadi, dan pergerakan gelombang bunyi tersebut mengikuti kelajuan aliran darah.

## 2.2 Hasil yang Relevan

Penelitian terdahulu yang dianggap relevan atau memiliki keterkaitan pembahasan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian yang relevan juga dapat dijadikan sebagai referensi oleh peneliti selama proses penelitian pengembangan LKPD dengan pokok permasalahan yang sama.

Penelitian yang dilakukan oleh Alfi Azzahra(2021) mengembangkan sebuah alat praktikum yang mudah dibuat, mudah digunakan untuk menunjang pembelajaran gejala gelombang bunyi sehingga membantu mempermudah pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran gejala gelombang bunyi. Hal yang relevan dengan penelitian penulis adalah desain penelitian yang digunakannya yakni menggunakan desain penelitian Research and Development (R&D) dan model ADDIE (analisis, desain, development, implementasi, evaluasi). Alat praktikum hasil pengembangan Alfi Azzahra juga yang nantinya akan digunakan sebagai alat praktikum untuk LKPD yang akan dikembangkan oleh peneliti.

Penelitian yang telah dilaksanakan oleh Enni Liana (2020) mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik berbasis Problem Based Learning menggunakan alat peraga menara hanoi. Metode penelitian ini adalah Research and Development (R&D) berdasarkan model ADDIE Tahapan yang dilakukan hanya

tahap 1 hingga tahap 5 yaitu: 1) Analyze, 2) Design, 3) Development, 4) Implementasi, dan 5) Evaluation. Berdasarkan hasil validasi terhadap pengembangan LKPD diperoleh hasil oleh ahli materi pada aspek kelayakan isi dapat disimpulkan LKPD yang dikembangkan layak namun tidak efektif untuk digunakan sebagai LKPD matematika pada pokok bahasan barisan dan deret geometri.

Penelitian dari Nur Isro'atul Fauziyah (2021) adalah pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi Radiasi Benda Hitam dengan berbantuan PhET simulations. Metode penelitiannya adalah Penelitian dan Pengembangan dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Hasil validasi perangkat pembelajaran dan hasil evaluasi peserta didik setelah melakukan pembelajaran menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dapat disimpulkan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah dibuat valid dengan respon peserta didik yang sangat baik dan efektif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai materi Radiasi Benda Hitam. (Fauziyah, 2021)

Penelitian yang dilakukan oleh Islah Khalifah (2021) mengembangkan LKPD berbasis *Project Based Learning* untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi induksi elektromagnetik. Berdasarkan hasil validasi ahli dan uji keterbacaan produk dapat disimpulkan bahwa LKPD yang dikembangkan sudah “sangat layak” untuk dilanjutkan pada tahap uji coba lapangan.

Penelitian yang dilakukan oleh Yona Febri Safitri dengan judul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik Berbasis *Project Based Learning* Materi Perubahan Fisika dan Kimia” dengan menggunakan metode penelitian R&D. Berdasarkan hasil uji kelayakan dan respon peserta didik menunjukkan bahwa Berbasis *Project Based Learning* sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. (Safitri et al., 2020)

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan peneliti dapat mengambil kesimpulan bahwa LKPD berbasis *Project Based Learning* dalam pembelajaran Fisika dapat dikolaborasikan dengan pembelajaran berbasis laboratorium, dengan tujuan dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang dialami peserta didik

selama kegiatan pembelajaran seperti kurangnya pemahaman materi. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah mengembangkan LKPD berbasis *Project Based Learning* menggunakan alat praktikum DiBu yang telah dikembangkan oleh Alfi Azzahra pada materi gelombang bunyi, dan diterapkan di SMAN 1 Luragung kelas XI MIPA.

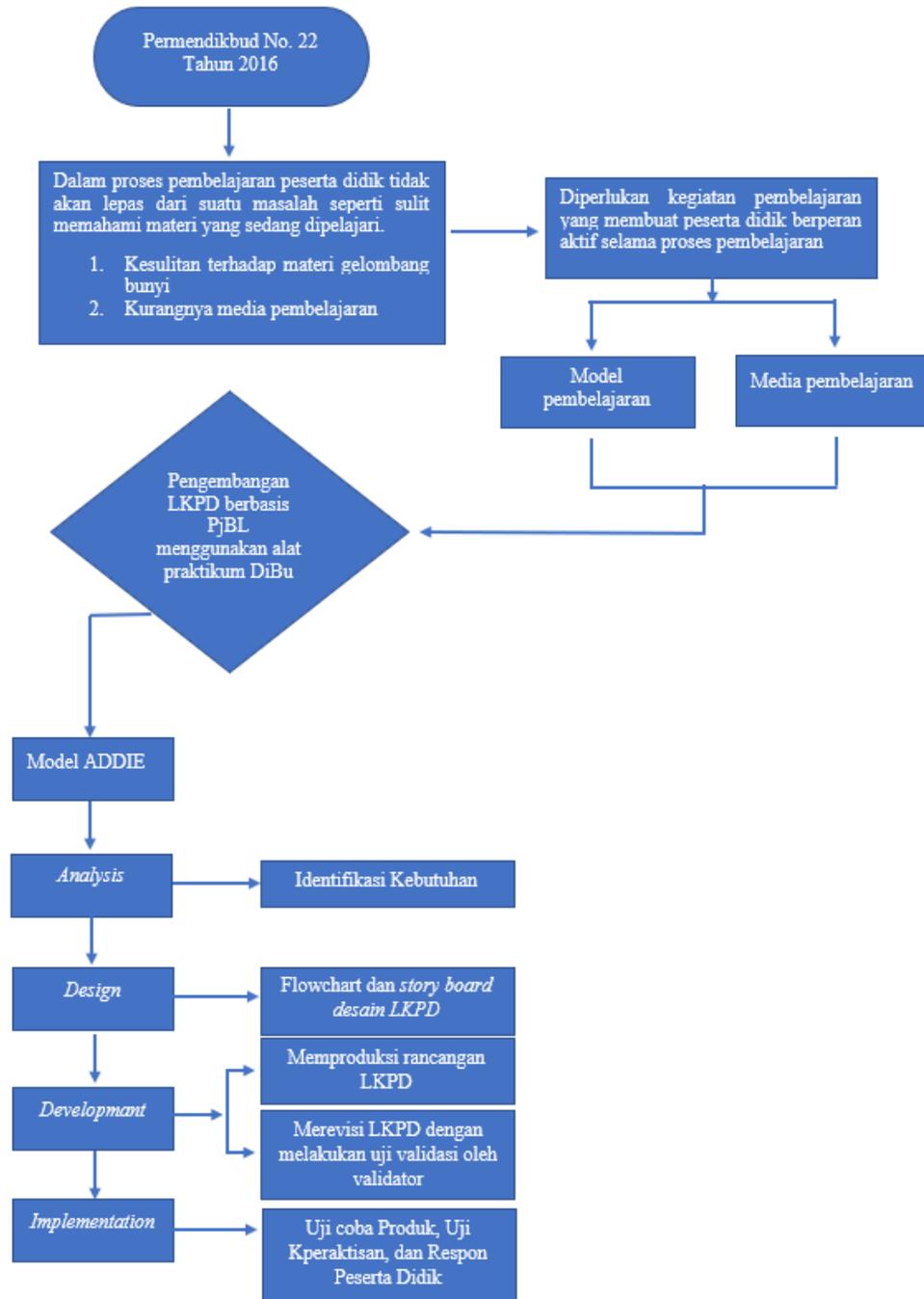
### **2.3 Kerangka Konseptual**

Berdasarkan Permendikbud no 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah memberikan arahan mengenai prinsip pembelajaran, salah satunya yaitu mengubah pembelajaran dengan pendekatan tekstual menjadi pembelajaran dengan pendekatan ilmiah. Hal ini berarti proses pembelajaran diarahkan untuk dapat membantu peserta didik dalam berpikir kritis sekaligus aktif dalam memecahkan suatu masalah.

Dalam proses pembelajaran peserta didik tidak akan lepas dari suatu masalah seperti sulit memahami materi yang sedang dipelajari. Sulitnya memahami materi ajar dapat dibantu dengan media pembelajaran atau peserta didik terlibat aktif dalam proses pembelajaran seperti mengembangkan pembelajaran berbasis laboratorium. Berdasarkan teori konstruktivisme pembelajaran dengan melibatkan peserta didik secara langsung dalam proses memperoleh pengetahuan lebih baik daripada belajar hanya dengan mendengarkan ceramah tanpa sedikitpun kegiatan pengamatan terhadap objek pembelajaran.

Berdasarkan permasalahan diatas penulis menduga dapat diatasi dengan adanya pembelajaran berbasis Laboratorium dibantu dengan LKPD sehingga peserta didik dapat terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Dengan adanya LKPD berbasis PjBL untuk penggunaan alat praktikum DiBu pada materi gelombang bunyi dapat membantu peserta didik dalam memahami materi ajar juga memahami konsep-konsep gelombang bunyi dengan benar. Oleh karena itu peneliti ingin mengembangkan LKPD berbasis PjBL untuk penggunaan alat praktikum DiBu pada materi gelombang bunyi yang diduga layak dan efisien dalam membantu proses pembelajaran di dalam kelas.

Kerangka berpikir pengembangan LKPD alat praktikum DiBu berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi gelombang bunyi, secara rinci dijelaskan pada Gambar 2.12 berikut ini:



**Gambar 2. 12 Kerangka Konseptual**