

## BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

### 2.1 Kajian Pustaka

#### 2.1.1. Model Pembelajaran *Focus Explore Reflect Apply* (FERA)

Menurut Joyce dkk. dalam Octavia (2020) model pembelajaran adalah suatu deskripsi dari lingkungan pembelajaran, termasuk perilaku guru menerapkan dalam pembelajaran. Model pembelajaran banyak kegunaannya mulai dari perencanaan pembelajaran, perencanaan kurikulum sampai perancangan bahan-bahan pembelajaran, dan lain sebagainya. Ada banyak jenis model pembelajaran, salah satunya adalah model *Focus Explore Reflect and Apply* (FERA). *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh *National Science Resources Center* (NSRC) (Ayani, N.P. 2022). Model pembelajaran ini mengacu pada pembelajaran konstruktivisme, yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk membangun pengetahuannya sendiri sehingga selain dapat melatih pemahaman siswa juga dapat melatih keterampilan mereka terutama keterampilan berpikir kritis (Cahyono, B.A.D. et al., 2017). Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa sehingga siswa terlibat secara aktif dalam mendapatkan ataupun mengolah sendiri pengetahuannya. Dengan model pembelajaran ini diharapkan dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

Model pembelajaran ini dimulai dari tahap *focus* dimana siswa diminta mengklasifikasi pengetahuan awal mereka tentang suatu konsep dengan cara memberi dugaan sementara. Tahap selanjutnya *explore* atau penjelajahan, siswa akan diberikan permasalahan yang harus dipecahkan dengan melakukan kegiatan yang melibatkan eksperimen menggunakan media *crocodile physics*. Kemudian dilanjutkan pada tahap *reflect*, dimana *reflect* bisa diartikan sebagai kegiatan memikirkan kembali informasi yang sudah didapat dan dipahami. Jadi dengan kata lain siswa memproses data kemudian menyimpulkannya agar dapat menjawab permasalahan dengan melihat dari yang telah mereka pelajari sebelumnya. Pada tahap terakhir yaitu *apply* atau menerapkan, pada tahap ini siswa menerapkan konsep yang telah ditemukan ke dalam kehidupan sehari-hari

serta memberikan siswa latihan untuk menerapkan konsep-konsep yang sudah ditemukan selama pembelajaran berlangsung. Keempat fase tersebut dapat membuat siswa berpikir kritis pada saat proses pembelajaran.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran FERA adalah model yang berfokus pada siswa (*student center*) terutama pada saat proses pembelajaran berlangsung siswa berperan aktif dalam menemukan masalah serta mencari solusi sendiri tanpa tergantung kepada guru.

**Tabel 2.1 Kerangka Kegiatan Model Pembelajaran *Focus Explore Reflect and Apply* (FERA)**

Sintaks	Siswa
<i>Focus</i> Fokus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghubungkan pengalaman dengan apa yang akan dipelajari</li> <li>2. Mempertimbangkan konsep yang akan dieksplorasi</li> <li>3. Mendapatkan minat dan motivasi dari fenomena kontekstual</li> </ol>
<i>Explore</i> Jelajahi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menguji gagasan siswa melalui kegiatan eksperimen</li> <li>2. Membandingkan ide-ide di antara rekan-rekan dalam diskusi kelompok</li> <li>3. Peragakan pemahaman melalui diskusi Grup</li> </ol>
<i>Reflect</i> Mencerminkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengembangkan penjelasan melalui hasil yang diperoleh</li> <li>2. Membandingkan hasil percobaan dengan konsep yang sudah ada</li> <li>3. Menggunakan bahasa ilmiah untuk mewakili apa yang diperoleh dalam percobaan</li> </ol>
<i>Apply</i> Menerapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menerapkan dan mentransfer pengetahuan yang diperoleh ke dalam konteks yang berbeda</li> <li>2. Menghubungkan pengalaman dengan konsep yang didapat</li> <li>3. Menyampaikan gagasan dalam konteks yang berbeda</li> </ol>

(Budiman, D.M. et al., 2018)

Model pembelajaran FERA sama dengan model pembelajaran lainnya yaitu memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari model pembelajaran FERA menurut Andi dalam (Arfina, S. 2019) adalah sebagai berikut:

1. Siswa lebih memahami konsep karena siswa harus mencari sendiri dan harus melalui serangkaian kegiatan yang dapat melatih keterampilan dan pemahaman mereka sehingga tercipta pemahaman baru.

2. Siswa akan menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran karena siswa harus mencari sendiri dan harus melalui serangkaian kegiatan yang dapat melatih keterampilan dan kemampuan berpikir mereka.
3. Masalah yang diselesaikan langsung dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa dapat lebih memahami apa yang dipelajari dan dapat merasakan manfaat pembelajaran secara langsung.
4. Selain itu siswa lebih mandiri, dapat memberi aspirasi dan menerima pendapat orang lain dan mengemukakan ide-ide mereka serta dapat menerapkan konsep atau pengetahuan yang dapat membuat siswa lebih memahami apa yang mereka pelajari.

Adapun kekurangan dari model pembelajaran FERA adalah sebagai berikut:

1. Guru seperti kurang mendukung karena siswa mencari sendiri pengetahuannya.
2. Siswa belum terbiasa melakukan beberapa fase seperti fase eksplorasi dan refleksi sehingga siswa kurang dapat melakukannya sendiri dan mereka masih memerlukan bimbingan dari guru. Sehingga guru harus membimbing dengan jelas dan terstruktur agar siswa mudah dalam melakukan eksplorasi dan refleksi

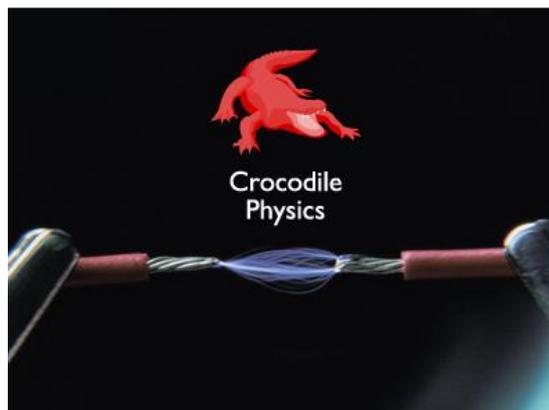
### **2.2.2. Media *Crocodile Physics***

Menurut Arsyad dalam Nana (2021) media dalam pembelajaran diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Manfaat dari media dalam pembelajaran ini dapat mempermudah proses pembelajaran dikelas, serta dapat membantu konsentrasi siswa dalam proses pembelajaran.

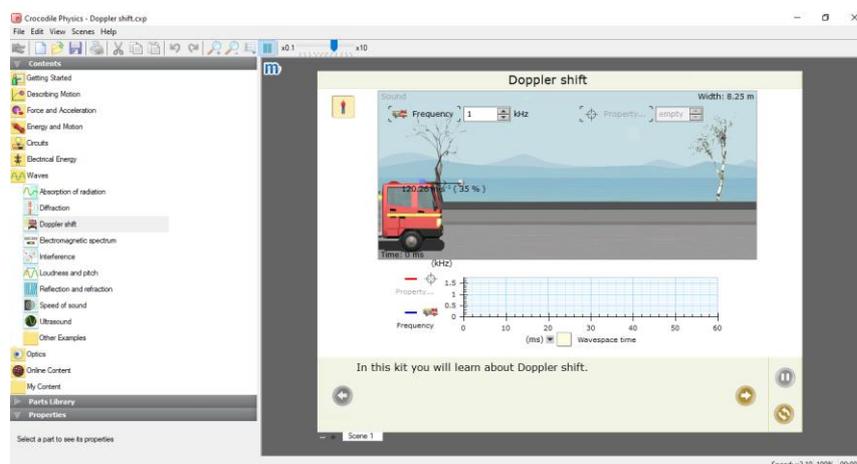
Dalam penelitian ini media yang digunakan yaitu berupa virtual lab *crocodile physics*. Menurut Approaches dkk. dalam (Maulida, S. 2021) media *crocodile physics* adalah alat perangkat lunak simulasi 3D yang mencakup fisika, TIK dan pemrograman yang digunakan untuk melakukan eksperimen. *Software* ini dikembangkan khusus untuk pendidikan yang difokuskan untuk memenuhi

kebutuhan guru dan siswa dalam proses kegiatan belajar mengajar. *Crocodile physics* merupakan program yang dikembangkan oleh *Crocodile Company*, program tersebut menyediakan laboratorium untuk beberapa mata pelajaran Fisika pendidikan menengah berupa dinamika, kinematika, gaya, gelombang, optik dan listrik (Juliani et al., 2021).

Media *crocodile physics* ini merupakan salah satu pemanfaatan teknologi yang mampu memberikan hasil belajar lebih baik daripada pembelajaran dengan metode ceramah. Selain itu juga media pembelajaran *crocodile physics* dapat membantu keefektifan pembelajaran, dapat melatih berpikir kritis siswa pada saat praktikum berlangsung serta dapat dilakukan uji supaya mencegah kegagalan pada saat proses praktikum di dalam kelas. Berikut merupakan gambar tampilan awal *software* dan contoh rangkaian simulasi dari media *crocodile physics*.



**Gambar 2.1 Tampilan Awal Media *Crocodile Physics***



**Gambar 2.2 Rangkaian Simulasi dari Media *Crocodile Physics***



### 2.2.3. Keterampilan Berpikir Kritis

Penerapan kurikulum 2013 diharapkan mampu mengimplementasikan pembelajaran abad 21 yang mencerminkan empat hal, yaitu berpikir kritis (*critical thinking*) dan pemecahan masalah (*problem solving*), kreativitas (*creativity*) dan inovasi (*innovation*), komunikasi (*communication*), dan kolaborasi (*collaboration*). Berdasarkan pendapat tersebut maka sangatlah penting bagi siswa untuk memiliki keterampilan abad 21 (Aripin et al., 2021). Keterampilan abad 21 berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*high-order thinking skills*) misalnya keterampilan berpikir kritis.

Keterampilan berpikir kritis adalah proses kognitif siswa dalam menganalisis secara sistematis dan spesifik masalah yang dihadapi, membedakan masalah tersebut secara cermat dan teliti, serta mengidentifikasi dan mengkaji informasi guna merencanakan strategi pemecahan masalah. Pendapat tersebut dapat diperkuat oleh (Sari, 2018) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dalam mengambil keputusan dapat dipercaya dan dapat dipertanggungjawabkan. Keterampilan berpikir kritis siswa perlu ditingkatkan karena berpengaruh terhadap kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam kegiatan berpikir ini seorang siswa dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir, fleksibilitas, keaslian ide serta keluwesannya dalam mencari solusi dari masalah yang dihadapi. Pada saat diberikan masalah matematis rumit, yang tidak dikenal maka siswa akan berpikir untuk menemukan solusi dari masalah yang diberikan. Siswa akan berpikir dengan memprediksi, mencoba-coba, serta mencari rumusan sederhana untuk membuktikan kebenaran dari solusi yang didapatnya (Nurhikmayati & Jatisunda, 2019).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan dasar untuk memecahkan masalah, siswa dapat membandingkan dua atau lebih informasi, misalnya informasi yang diterima dari luar dengan informasi yang dimiliki serta dapat membuat keputusan dalam memecahkan masalah yang dihadapi dengan berbagai informasi yang sudah diperoleh melalui beberapa kategori. Dengan memiliki kemampuan berpikir kritis,

siswa dapat mengevaluasi dan mengetahui kebenaran dari penyelesaian masalah sehingga dapat mendapatkan solusi yang tepat.

Dengan demikian, siswa dikatakan memiliki kemampuan berpikir kritis apabila siswa tersebut mampu memecahkan masalah dan menemukan solusi berdasarkan pemikiran yang logis dan dibantu dengan sumber yang relevan dengan masalah tersebut. Siswa dikatakan berpikir kritis dapat dilihat dari beberapa indikator. (Ennis, 1996) membagi indikator keterampilan berpikir kritis menjadi lima kelompok yaitu seperti tabel berikut:

**Tabel 2.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis**

No	Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis
1	Memberikan penjelasan sederhana ( <i>Elementary Clarification</i> )	Memfokuskan pertanyaan
		Menganalisis argumen
		Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan atau menantang
2	Membangun keterampilan dasar ( <i>Basic Support</i> )	Mempertimbangkan kreadibilitas (kriteria) suatu sumber
		Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
3	Kesimpulan ( <i>Inference</i> )	Membuat dedukasi dan mempertimbangkan hasil dedukasi
		Membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi
		Membuat dan menentukan hasil pertimbangan
4	Membuat penjelasan lebih lanjut ( <i>Advanced Clarification</i> )	Mendefinisikan istilah, mempertimbangkan suatu definisi
		Mengidentifikasi asumsi-asumsi
5	Strategi dan taktik ( <i>Strategies and Tactics</i> )	Memutuskan suatu tindakan
		Berinteraksi dengan orang lain

Keterkaitan model pembelajaran *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) berbantuan media *crocodile physics* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3 Keterkaitan Model Pembelajaran FERA Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis**

No	Sintak	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Aspek Keterampilan Berpikir Kritis
1	<i>Focus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru mendorong peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan atau pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep</li> <li>- Membimbing peserta didik dalam membuat gagasan atau prediksi terkait solusi dari permasalahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa menghubungkan pengetahuan dan pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep</li> <li>- Siswa membuat prediksi sementara berdasarkan fenomena yang diberi oleh guru</li> </ul>	<p>Memberikan penjelasan sederhana (<i>Elementary Clarification</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memfokuskan pertanyaan</li> <li>• Menganalisis argumen</li> <li>• Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan atau menantang</li> </ul> <p>Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan suatu tindakan</li> </ul>
	<i>xplore</i>	<p>Membimbing siswa dalam menguji ide atau gagasan yang telah mereka dapatkan dengan menggunakan media <i>crocodile physics</i></p>	<p>Menguji gagasan atau ide melalui kegiatan eksperimen dengan menggunakan media <i>crocodile physics</i></p> <p>Mendiskusikan ide-ide atau pengetahuan yang telah didapat setelah melakukan eksperimen dengan rekan-rekan dalam diskusi kelompok</p>	<p>Membangun keterampilan dasar (<i>Basic Support</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempertimbangkan kredibilitas (kriteria) suatu sumber</li> <li>• Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi</li> </ul> <p>Membuat penjelasan lebih lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi asumsi-asumsi</li> </ul>
3	<i>Reflect</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru membimbing siswa dalam mengolah data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengolah data yang diperoleh dari <i>xplore</i> dengan</li> </ul>	<p>Membangun keterampilan dasar (<i>Basic Support</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan</li> </ul>

		<p>hasil dari kegiatan <i>explore</i> dengan menggunakan konsep lain yang telah dipelajari sebelumnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru meminta salah satu kelompok untuk mempresentasikan hasilnya ke depan kelas.</li> </ul>	<p>menggunakan konsep lain yang telah dipelajari sebelumnya.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimpulkan ide atau pengetahuan baru untuk menjawab permasalahan yang ada</li> <li>- Mengkomunikasikan hasil temuannya di depan kelas (presentasi)</li> </ul>	<p>pengetahuan yang ada</p> <p>Kesimpulan (<i>Inference</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat induksi dan mempertimbangan hasil induksi</li> <li>• Membuat dan menentukan hasil pertimbangan</li> </ul> <p>Membuat penjelasan lebih lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendefinisikan istilah, mempertimbangan suatu definisi</li> </ul>
4	<i>Apply</i>	<p>Mendorong siswa untuk menerapkan dan memperluas konsep yang telah mereka dapatkan dalam situasi baru/konteks lain</p>	<p>Menerapkan konsep yang telah didapat dalam situasi baru/konteks lain</p>	<p>Membuat penjelasan lebih lanjut (<i>Advanced Clarification</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendefinisikan istilah, mempertimbangan suatu definisi</li> </ul> <p>Strategi dan taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memutuskan suatu tindakan</li> </ul>

#### 2.2.4. Materi Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi ada jika ada sumber bunyi, contoh sumber bunyi adalah pita suara, seruling, dan dawai gitar. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar.

##### a. Karakteristik Gelombang Bunyi

Syarat terjadi dan terdengarnya bunyi oleh manusia ada empat aspek (Indarti et al., 2016), yaitu:

- 1) Ada sumber bunyi yang merupakan benda yang bergetar.
- 2) Energi dipindahkan dari sumber bunyi merambat melalui medium.
- 3) Bunyi dideteksi oleh telinga atau sebuah alat.

4) Frekuensi sumber bunyi adalah 20 - 20.000 Hz.

Jadi bunyi tidak dapat merambat melalui hampa udara (vakum). Berdasarkan frekuensinya gelombang bunyi dibedakan menjadi 3, yaitu:

1) Bunyi Infrasonik

Bunyi infrasonik merupakan bunyi dengan frekuensi kurang dari 20 Hz. Bunyi ini tidak dapat didengar oleh telinga manusia, tetapi dapat didengar oleh hewan seperti jangkrik, dan laba-laba.

2) Bunyi Audiosonik

Bunyi audiosonik merupakan bunyi dengan frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Frekuensi ini dapat didengar oleh manusia.

3) Bunyi Ultrasonik

Bunyi ultrasonik merupakan bunyi yang mempunyai frekuensi diatas 20.000 Hz. Bunyi ini tidak dapat didengar oleh manusia. Hewan yang dapat mendengar bunyi ini antara lain lumba-lumba, anjing, kucing dan kelelawar. Bunyi ultrasonik memiliki banyak manfaat, diantaranya untuk mengukur kedalaman laut. Selain itu digunakan untuk pemeriksaan janin dalam kandungan atau organ tubuh bagian dalam dengan menggunakan alat USG (*ultrasonografi*).

### **b. Cepat Rambat Bunyi**

1) Pada Zat Padat

Untuk gelombang bunyi pada sebuah benda padat yang panjang, cepat rambat bunyi dapat diperoleh berdasarkan konsep elastisitas, hukum Newton II dan rumus massa jenis.

$$E = \frac{\text{tegangangan}}{\text{regangan}} = \frac{F/A}{\Delta l/l} = \frac{Fl}{A\Delta l} \quad (2.1)$$

$F = ma$  dan  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  serta  $\rho = \frac{m}{V}$ , maka:

$$E = \frac{m \frac{\Delta v}{\Delta t} l}{A\Delta l}$$

$$E = \frac{mv^2}{V} = \rho v^2$$

$$v^2 = \frac{E}{\rho} \quad (2.2)$$

Besar cepat rambat bunyi pada zat padat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2.3)$$

dengan:

$v$  = cepat rambat bunyi ( $m/s$ )

$E$  = modulus Young ( $N/m^2$ )

$F$  = gaya ( $N$ )

$A$  = luas ( $m^2$ )

$\rho$  = massa jenis zat ( $kg/m^3$ )

$m$  = massa ( $m$ )

$V$  = volume ( $m^3$ )

(Indarti et al., 2016)

## 2) Pada Zat Cair

Jika gelombang bunyi merambat melalui fluida seperti air, cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair dapat diperoleh berdasarkan konsep fluida, tegangan, dan regangan bulk dan teorema impuls-momentum.

$$B = \frac{-\Delta P}{\Delta V/V} \rightarrow P = \frac{F}{A} \quad (2.4)$$

Besar cepat rambat bunyi pada zat cair menurut (Indarti et al., 2016) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (2.5)$$

dengan:

$v$  = cepat rambat bunyi ( $m/s$ )

$B$  = modulus bulk ( $N/m^2$ )

$A$  = luas ( $m^2$ )

$\rho$  = massa jenis zat ( $kg/m^3$ )

$P$  = tekanan ( $N/m^2$ )

$V = \text{volume } (m^3)$

### 3) Pada Gas

Cepat rambat bunyi di dalam gas seperti udara diperoleh dengan konsep teori kinetik gas.

$$m = nMr \rightarrow n = \frac{m}{Mr} = \frac{\rho V}{Mr}$$

$$PV = nRT \rightarrow PV = \frac{\rho V}{Mr} RT \quad (2.6)$$

Asumsi proses adiabatik untuk gas ideal  $PV = \text{konstan}$

Besar cepat rambat gelombang bunyi pada gas, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{Mr}} \quad (2.7)$$

dengan:

$\gamma = \text{konstanta Laplace}$

$R = \text{konstanta gas umum } (J / mol K)$

$T = \text{suhu } (K)$

$Mr = \text{massa molekul relatife gas}$

(Indarti et al., 2016)

### c. Sifat-sifat Gelombang Bunyi

#### 1) Pemantulan (Refleksi)

Bunyi mengalami pemantulan (refleksi) dapat diamati ketika berteriak di alam terbuka, seperti di dekat tebing atau jurang, maka akan terdengar gema yang terjadi setelah bunyi teriakan yang selesai diucapkan. Gema merupakan pantulan gelombang bunyi. Gema hanya terjadi bila sumber bunyi dan dinding pemantul jaraknya jauh.

Ketika berteriak di sebuah gedung yang besar, seperti aula sekolah yang berukuran besar, dinding gedung akan memantulkan suara. Biasanya, selang waktu antara bunyi asli dan pantulannya di dalam gedung sangat kecil. Sehingga bunyi pantulan ini bersifat merugikan karena dapat mengganggu kejelasan bunyi asli. Pemantulan bunyi yang seperti ini dinamakan gaung. Untuk menekan gaung,

dilakukan dengan melapisi dinding dengan bahan yang bersifat tidak memantulkan bunyi atau dilapisi oleh zat kedap (peredam) suara. Misalnya, gorden, kapas, atau wol. Selain melapisi dinding dengan zat kedap suara, struktur bangunannya pun dibuat khusus, dinding dan langit-langit ini tidak dibuat rata, agar bunyi yang mengenai dinding tersebut dipantulkan tidak teratur sehingga pada akhirnya gelombang pantul ini tidak dapat terdengar (Indarti et al., 2016).

## 2) Pembiasan (Refraksi)

Peristiwa pembiasan dalam kehidupan, misalnya pada petir terdengar lebih keras pada malam hari daripada siang hari. Pada malam hari, suhu udara pada lapisan bawah (dekat tanah) lebih dingin daripada udara pada lapisan atas. Cepat rambat bunyi pada suhu dingin lebih kecil daripada suhu panas. Dengan demikian, cepat rambat bunyi pada lapisan bawah lebih kecil daripada lapisan atas, karena medium pada lapisan atas kurang rapat dari medium pada lapisan bawah. Jadi, pada malam hari, bunyi petir yang merambat dari lapisan udara atas menuju ke lapisan udara bawah akan dibiaskan mendekati garis normal.

Hal yang sebaliknya terjadi pada siang hari, suhu udara pada lapisan atas lebih dingin daripada lapisan bawah (dekat tanah). Dengan demikian, cepat rambat bunyi di lapisan udara atas lebih kecil daripada di lapisan bawah, karena medium lapisan atas lebih rapat dari medium lapisan bawah. Jadi, pada siang hari, bunyi petir yang merambat dari lapisan udara atas menuju ke lapisan udara bawah akan dibiaskan menjauhi garis normal (Indarti et al., 2016).

## 3) Perpaduan (Interferensi)

Ketika dua buah penguat suara dengan frekuensi, amplitudo dan fase yang sama atau hampir sama diletakkan berdekatan. Kemudian seseorang melintas di depan penguat suara itu secara perlahan dari satu sisi ke sisi yang lainnya, maka akan mendengar fenomena interferensi gelombang bunyi. Kuat lemahnya bunyi ini dihasilkan oleh interferensi dua gelombang. Interferensi konstruktif (saling menguatkan) menghasilkan bunyi keras dan interferensi destruktif (saling melemahkan) menghasilkan bunyi lemah (Indarti et al., 2016).

#### 4) Pelenturan (Difraksi)

Pelenturan (difraksi) gelombang bunyi dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, ketika sedang belajar di kamar, dapat mendengar suara televisi dari ruang sebelah. Salah satu syarat terjadinya difraksi adalah ukuran panjang gelombang se orde dengan ukuran celah. Gelombang bunyi di udara mempunyai panjang gelombang berukuran beberapa sentimeter hingga beberapa meter. Ukuran ini se orde dengan ukuran lubang-lubang angin di kamar, jendela ataupun pintu (Indarti et al., 2016).

#### 5) Resonansi

Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh benda lain yang bergetar di dekatnya. Syaratnya resonansi terjadi bila benda pertama bergetar pada frekuensi yang sama dengan benda yang terpengaruhi. Misalnya dua garpu tala digetarkan, maka garpu tala yang lain ikut bergetar. Frekuensi kedua benda sama, sehingga menyebabkan bunyi saling berinterferensi sempurna atau saling menguatkan.

Rumus resonansi kolom udara:

$$\lambda = \frac{4L}{(2n - 1)}$$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$L_n = \left( \frac{(2n - 1)}{4} \right) \lambda \quad (2.8)$$

dengan:

$L_n$  = panjang kolom udara ketika terjadi resonansi ke-n (m)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

n = resonansi ke 1,2,3... dan seterusnya

f = frekuensi (Hz)

v = cepat rambat (m/s)

#### d. Efek Doppler

Efek Doppler ditemukan oleh seorang ahli fisika dari Salzburg, Austria, bernama Christian Doppler pada tahun 1842. Efek Doppler adalah peristiwa naik atau turunnya frekuensi gelombang bunyi yang terdengar penerima bunyi ketika sumber bunyi bergerak mendekat atau menjauh.

Contoh efek Doppler dapat dilihat pada gambar dibawah. Pada saat sumber suara diam, kedua penerima mendengar besar frekuensi yang sama. Saat sumber suara bergerak, salah satu penerima mendengar frekuensi yang lebih besar dari sebelumnya dan penerima lain mendengar frekuensi yang lebih kecil dari sebelumnya (Annisa, 2020). Persamaan Efek Doppler adalah:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \times f_s \quad (2.9)$$

dengan:

$f_p$  = frekuensi yang diterima pendengar (Hz)

$f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

$v_p$  = kelajuan pendengar (m/s)

$v_s$  = kelajuan sumber bunyi (m/s)

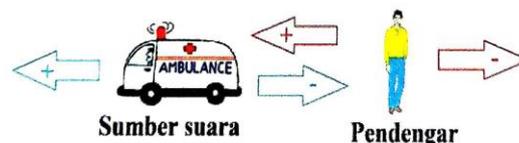
$v$  = kelajuan gelombang bunyi diudara (340 m/s)

Apabila ada angin yang bertiup dengan kecepatan  $v_a$ , maka frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar dinyatakan sebagai berikut.

$$f_p = \frac{(v \pm v_a) \pm v_p}{(v \pm v_a) \pm v_s} \times f_s \quad (2.10)$$

dengan:

$v_a$  = kecepatan angin (m/s)



**Gambar 2.3 Tanda untuk Efek Doppler**

Sumber: Adistiana (2018)

Dalam rumus efek Doppler ada beberapa perjanjian tanda

$v_p$  (+) jika pendengar mendekati sumber suara

$v_p$  (-) jika pendengar menjauhi sumber suara

$v_s$  (+) jika sumber menjauhi pendengar

$v_s$  (-) jika sumber mendekati pendengar

$v_a$  (+) jika angin bertiup dari sumber bunyi ke pendengar

$v_a$  (-) jika angin bertiup dari pendengar ke sumber bunyi

(Annisa, 2020)

### e. Sumber Bunyi

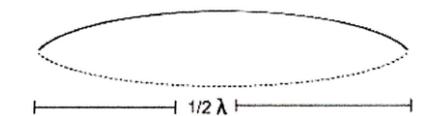
Sumber bunyi yang akan dibahas meliputi dawai atau senar, pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup.

#### 1) Dawai atau Senar

Peralatan musik populer yang menggunakan dawai adalah gitar dan biola. Misalnya, ketika memetik gitar akan menghasilkan nada-nada yang berbeda. Nada yang dihasilkan dengan pola paling sederhana disebut nada dasar, kemudian secara berturut-turut pola gelombang yang terbentuk menghasilkan nada atas ke 1, nada atas ke 2, nada atas ke 3 dan seterusnya (Annisa, 2020).

#### a) Frekuensi Nada Dasar $f_0$ (Harmonik Pertama)

Pada nada dasar, terbentuk setengah gelombang atau nada dasar terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk  $\frac{1}{2}$  gelombang seperti pada gambar.



**Gambar 2.4 Nada Dasar**

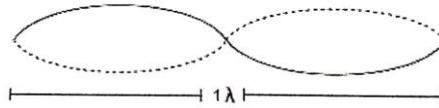
Tali dengan panjang  $L$  membentuk  $\frac{1}{2} \lambda$

Sehingga :  $L = \frac{1}{2} \lambda$  maka  $\lambda = 2L$

Maka frekuensi nada dasar adalah,

$$f_0 = \frac{v}{2L} \quad (2.11)$$

- b) Frekuensi Nada Atas Pertama  $f_1$  (Harmonik Kedua)



**Gambar 2.5 Nada Atas Pertama**

Nada atas pertama terjadi apabila sepanjang dawai berbentuk 1 gelombang.

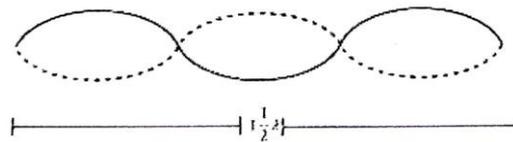
Tali dengan panjang  $L$  membentuk  $1\lambda$ .

Sehingga:  $L = 1\lambda$  maka  $\lambda = L$

Frekuensi nada atas pertama adalah,

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L} \quad (2.12)$$

- c) Frekuensi Nada Atas Kedua  $f_2$  (Harmonik Ketiga)



**Gambar 2.6 Nada Atas Kedua**

Nada atas kedua terjadi apabila sepanjang dawai terbentuk  $1\frac{1}{2}$  gelombang.

Tali dengan panjang  $L$  membentuk  $1\frac{1}{2}\lambda$  atau  $\frac{3}{2}\lambda$ .

Sehingga:  $L = \frac{3}{2}\lambda$  maka  $\lambda = \frac{2}{3}L$

Frekuensi nada atas kedua adalah,

$$f_2 = \frac{3v}{2L} \quad (2.13)$$

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

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L} \quad (2.14)$$

dengan:

$F_n$  = frekuensi nada ke- $n$  (Hz) ( $n = 0,1,2\dots$ )

$v$  = cepat rambat gelombang pada dawai (m/s)

$L$  = panjang dawai (m)

Frekuensi-frekuensi dan seterusnya disebut frekuensi alami atau frekuensi resonansi

$$f_0 = \frac{v}{2L}, f_1 = 2 \left( \frac{v}{2L} \right), f_2 = 3 \left( \frac{v}{2L} \right) \quad (2.15)$$

Perbandingan frekuensi-frekuensi diatas, yaitu:  $f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$

## 2) Pipa Organa

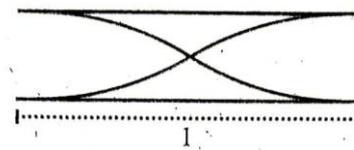
Adapun sumber bunyi yang menggunakan kolom udara sebagai sumber getarnya disebut juga pipa organa. Contohnya seruling, terompet, atau piano. Pipa organa dibagi menjadi pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup.

### a) Pipa Organa Terbuka

Pipa organa terbuka merupakan sebuah kolom udara atau tabung yang ujung penampangnya terbuka. Karena pada ujung tertutup selalu terjadi regangan (perut), maka frekuensi nada yang dihasilkan oleh pipa organa terbuka sebagai berikut (Indarti et al., 2016).

#### 1. Nada Dasar

Jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{1}{2}$  gelombang, maka nada dihasilkannya disebut nada dasar.



**Gambar 2.7 Nada Dasar Pipa Organa Terbuka**

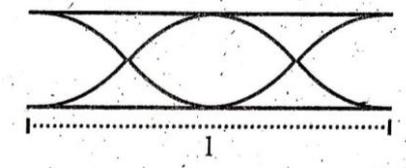
$$L = \frac{1}{2} \lambda \text{ maka } \lambda = 2L$$

Sehingga persamaan frekuensi nada dasar untuk pipa organa terbuka adalah:

$$f_0 = \frac{v}{2L} \quad (2.16)$$

#### 2. Nada Atas Ke 1

Jika sepanjang pipa organa terbentuk 1 gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 1



**Gambar 2.8 Nada Atas Ke-1**

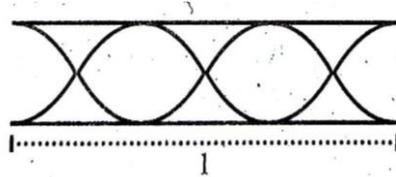
Pipa organa dengan panjang  $L$ , dimana  $L = 1 \lambda$  maka  $\lambda = L$

Frekuensi nada atas ke 1 adalah:

$$f_1 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L} \quad (2.17)$$

### 3. Nada Atas Ke 2

Jika sepanjang pipa organa terbentuk  $3/2$  gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 2



**Gambar 2.9 Nada Atas Ke-2**

Pipa organa dengan panjang  $L$ , dimana  $L = 3/2 \lambda$  maka  $\lambda = 2/3 L$

Persamaan nada atas ke 2 adalah:

$$f_2 = \frac{3v}{2L} \quad (2.18)$$

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

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L} \quad (2.19)$$

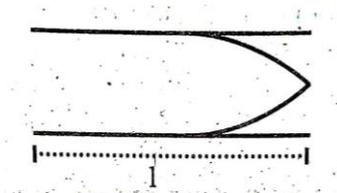
Perbandingan frekuensi-frekuensi diatas, yaitu:  $f_0 : f_1 : f_2 = 1 : 2 : 3$

### b) Pipa Organa Tertutup

Pipa organa tertutup merupakan sebuah kolom udara atau tabung yang salah satu ujung penampangnya tertutup. Karena pada ujung tertutup selalu terjadi rapatan (simpul) dan ujung terbuka selalu terjadi regangan (perut), maka frekuensi nada yang dihasilkan oleh pipa organa tertutup sebagai berikut (Indarti et al., 2016).

#### 1. Nada Dasar

Jika sepanjang pipa organa terbentuk  $1/4$  gelombang, maka nada dihasilkannya disebut nada dasar.



**Gambar 2.10 Nada Dasar Pipa Organa Tertutup**

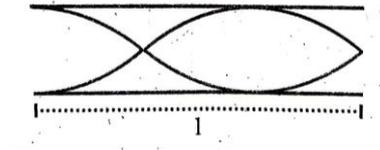
$$L = \frac{1}{4} \lambda \text{ maka } \lambda = 4L$$

Sehingga persamaan frekuensi nada dasar untuk pipa organa terbuka adalah:

$$f_0 = \frac{v}{4L} \quad (2.20)$$

## 2. Nada Dasar Ke 1

Jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{3}{4}$  gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 1



**Gambar 2.11 Nada Dasar Ke Satu**

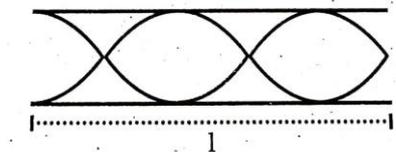
Pipa organa dengan panjang  $L$ , dimana  $L = \frac{3}{4} \lambda$  maka  $\lambda = \frac{4}{3} L$

Persamaan nada atas ke 2 adalah:

$$f_2 = \frac{3v}{4L} \quad (2.21)$$

## 3. Nada Dasar Ke 2

Jika sepanjang pipa organa terbentuk  $\frac{5}{4}$  gelombang, maka nada yang dihasilkannya disebut nada atas ke 2



**Gambar 2.12 Nada Dasar Kedua**

Pipa organa dengan panjang  $L$ , dimana  $L = \frac{5}{4} \lambda$  maka  $\lambda = \frac{4}{5} L$

Persamaan nada atas ke 2 adalah:

$$f_2 = \frac{5v}{4L} \quad (2.22)$$

Berdasarkan data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa frekuensi nada atas ke  $n$  (Annisa, 2020).

$$f_n = (2n + 1) \frac{v}{4L} \quad (2.23)$$

## f. Intensitas dan Taraf Intensitas

Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar. Kuat (keras) lemahnya bunyi tergantung amplitudo getarnya. Artinya semakin besar amplitudo getarannya, semakin keras bunyi terdengar dan sebaliknya. Selain itu, keras lemahnya bunyi juga tergantung pada jarak terhadap sumber bunyi. Semakin dekat dengan sumber

bunyi, bunyi terdengar semakin keras dan sebaliknya makin jauh dari sumber bunyi, makin lemah bunyi yang didengar (Indarti et al., 2016).

### 1) Intensitas

Intensitas adalah besaran untuk mengukur kenyaringan bunyi. Intensitas bunyi didefinisikan sebagai energi gelombang bunyi yang menembus permukaan bidang tiap satu satuan luas tiap detiknya, atau besarnya daya persatuan luas (Annisa, 2020). Secara matematis, intensitas dinyatakan sebagai berikut.

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.24)$$

Dikarenakan sumber bunyi yang merambat ke segala arah muka gelombangnya berbentuk bola, maka intensitas gelombang bunyi dapat dinyatakan:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2.25)$$

dengan:

P = daya (*watt*)

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

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

Berdasarkan persamaan diatas, intensitas berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Artinya, semakin jauh dari sumber bunyi, intensitasnya semakin kecil, dan sebaliknya. Oleh sebab itu perbandingan intensitas gelombang bunyi pada suatu titik yang berjarak  $r_1$  dan  $r_2$  dari sumber bunyi dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (2.26)$$

Jika terdapat beberapa sumber bunyi, intensitas total bunyi dinyatakan sebagai berikut.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \quad (2.27)$$

### 2) Taraf Intensitas

Taraf intensitas bunyi di definisikan sebagai logaritma perbandingan intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran. Intensitas ambang pendengaran ( $I_0$ ) merupakan intensitas bunyi terkecil yang masih dapat didengar telinga manusia (Annisa, 2020). Secara matematis, taraf intensitas dinyatakan sebagai berikut.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.28)$$

dengan:

TI = taraf intensitas (desibel = dB)

$I_0$  = intensitas ambang pendengaran ( $10^{-12}$  watt/m<sup>2</sup>)

Apabila terdapat  $n$  sebuah sumber bunyi identik yang masing-masing memiliki taraf intensitas TI, maka taraf intensitas total  $n$  sumber bunyi dinyatakan sebagai berikut.

$$TI_n = TI + 10 \log n \quad (2.29)$$

dengan:

$n$  = jumlah sumber bunyi

Apabila taraf intensitas pada jarak  $r_1$  dari sumber bunyi adalah  $T_1$ , maka taraf intensitas pada suatu titik yang berjarak  $r_2$  dari sumber bunyi dinyatakan sebagai berikut

$$TI_2 = TI_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (2.30)$$

## 2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian penulis adalah sebagai berikut:

1. Ardy Pramesti Regita Putri (2019) dalam skripsinya yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) dengan Pendekatan SAVIR dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika” didapat hasil sig 0,000 yang berarti sig < 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yang menunjukkan bahwa adanya perbedaan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dan pada saat dilakukan uji efektivitas diperoleh hasil 0,92 dan 0,87 yang termasuk kategori tinggi. Berdasarkan hasil penelitian tersebut penggunaan model pembelajaran FERA dengan menggunakan pendekatan SAVIR dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi momentum dan impuls.

2. Naila Karimah (2020) dalam skripsinya yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) Berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik” dilihat dari hasil perangkat pembelajaran memperoleh kategori “*valid*” dengan nilai rata-rata RPP sebesar 4,32 dan LKPD sebesar 4,27 dengan penilaian B yang artinya perangkat pembelajaran digunakan dengan sedikit revisi serta dapat melatih keterampilan berpikir kritis.
3. Rahma Diani dkk. (2020) dalam jurnalnya yang berjudul “*Improving Students’ Science Process Skills and Critical Thinking Skills in Physics Learning through FERA Learning Model with SAVIR Approach*” menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis menunjukkan bahwa model pembelajaran FERA dengan pendekatan SAVIR lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan model pembelajaran *discovery*.
4. Nofa Putri Ayani (2022) dalam skripsinya yang berjudul “Pengaruh Model *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) dengan Pendekatan *Science Writing Heuristic* (SWH) untuk Meningkatkan *Adversity Quotient* Peserta Didik dan Literasi Matematis” bahwa terdapat peningkatan kemampuan literasi matematis serta peningkatan kemampuan *adversity learning* siswa dengan diberikan model pembelajaran FERA dengan pendekatan SWH .
5. Shodiqoh Qurniawati (2018) dalam skripsinya yang berjudul “Efektivitas Media Elektronik *Crocodile Physics: Optic* dalam Pembelajaran Optik di SMA” didapat data kelas eksperimen dengan nilai *N-gain* sebesar 0,7 dengan kategori tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media simulasi *Crocodile Physics* efektif untuk digunakan dalam pembelajaran Fisika dan mampu meningkatkan hasil belajar dan daya ingat siswa.
6. Sayyidah Maulida (2021) dalam skripsinya yang berjudul “Pengaruh Strategi Pembelajaran REACT Berbantuan Media *Crocodile Physics* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Listrik Dinamis”

didapat bahwa nilai hasil uji hipotesis pada taraf 5% diperoleh sig.0,000 dengan kesimpulan  $H_0$  ditolak, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh strategi pembelajaran REACT berbantuan media *crocodile physics* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Serta terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis pada siswa yang dapat dilihat dari nilai *N-gain* sebesar 0,7 dengan kategori tinggi.

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan diatas, kekurangan dari penelitian sebelumnya yaitu dikarenakan model pembelajaran *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) merupakan hasil pengembangan maka belum banyak yang menggunakan model pembelajaran FERA apalagi penggunaan model pembelajaran FERA berbantuan media, dari penelitian sebelumnya terdapat model pembelajaran FERA berbantuan media PhET tetapi diterapkan di pembelajaran matematika bukan pembelajaran Fisika, maka peneliti dalam penelitian ini menggunakan model pembelajaran FERA berbantuan media pembelajaran *crocodile physics*. Maka kebaruan yang peneliti lakukan terhadap penelitian ini yaitu media yang digunakan, materi yang diambil yaitu gelombang bunyi, serta diteliti pada siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Cihaurbeuti tahun ajaran 2022/2023. Dapat disimpulkan bahwa model *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) dalam pembelajaran Fisika dapat dikolaborasikan dengan kegiatan laboratorium menggunakan media *crocodile physics*, dengan tujuan untuk meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis siswa.

### **2.3 Kerangka Konseptual**

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu tuntutan dari keterampilan abad 21 dan merupakan suatu rumpun berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir kritis ini merupakan kemampuan yang sangat esensial dalam semua aspek kehidupan, tak terkecuali di bidang pendidikan. Oleh karena itu siswa perlu dilatih berpikir kritis pada saat proses pembelajaran. Akan tetapi pada proses pembelajaran berlangsung di sekolah umumnya tidak menerapkan berpikir kritis pada setiap pembelajarannya sehingga siswa kurang terbiasa melakukan

kegiatan berpikir kritis. Indonesia juga pada saat ini memasuki era revolusi 4.0 di mana hubungan dunia pendidikan dengan revolusi industri 4.0 dituntut untuk mengikuti perkembangan teknologi yang berkembang pesat serta memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi sebagai fasilitas lebih dan serba canggih untuk memperlancar proses pembelajaran. Sistem pembelajaran pada revolusi 4.0 adalah mempertahankan penerapan kreativitas, berpikir kritis, kerja sama, keterampilan komunikasi, kemasyarakatan dan keterampilan karakter.

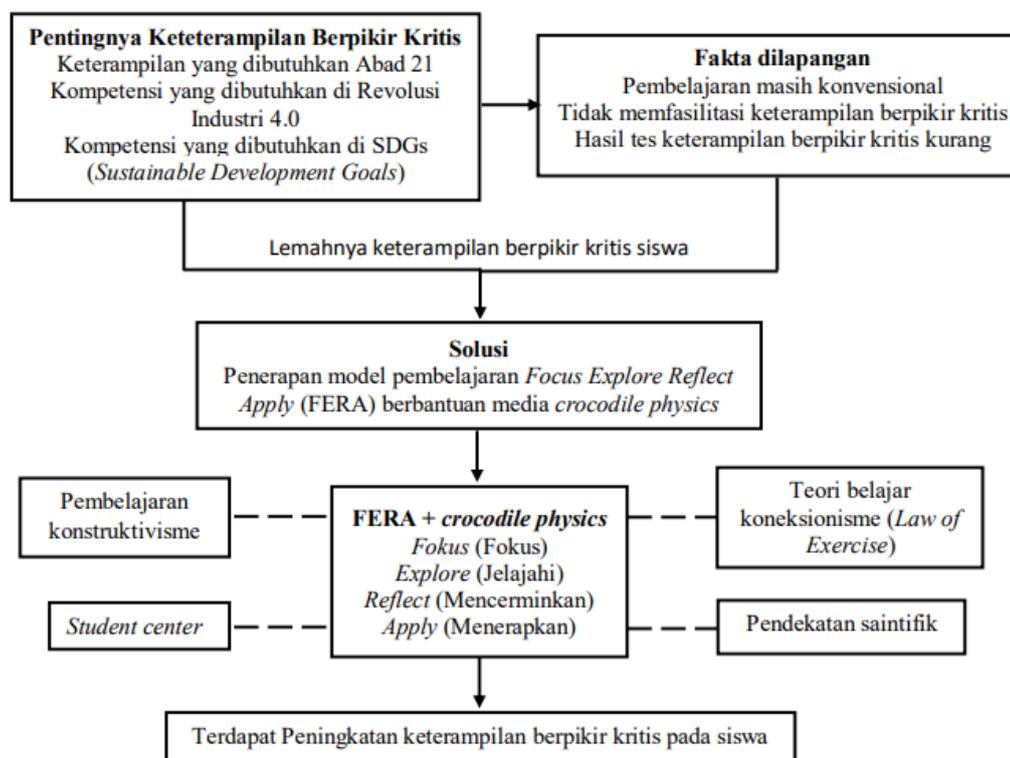
Serta dalam *sustainable development* terdapat 17 tujuan dengan 169 capaian yang terukur yang disebut dengan *sustainable development goals* (SDGs) atau tujuan pembangunan berkelanjutan yang salah satu upaya dalam mewujudkannya adalah melalui pendidikan atau dikenal dengan istilah *Education for Sustainable Development* (ESD). ESD dapat mengembangkan hasil belajar tertentu yang dibutuhkan untuk mencapai SDG tertentu. Menurut UNESCO dalam (Purnamasari & Hanifah, 2021) menyatakan terdapat delapan kompetensi kunci yang dirasa penting dalam memajukan pembangunan berkelanjutan. Kompetensi tersebut meliputi kognitif, afektif, kemauan (*volitional*), dan motivasi. Kompetensi-kompetensi tersebut harus dikembangkan sendiri oleh siswa melalui tindakan berdasarkan pengalaman dan refleksi. Delapan kompetensinya yaitu berpikir sistem, antisipatif, normatif, strategis, kolaborasi, berpikir kritis, kesadaran diri, dan pemecahan masalah. Dengan demikian keterampilan berpikir kritis ini merupakan salah satu aspek yang penting dalam pelaksanaan SDGs. Dalam berpikir kritis juga siswa mampu menggunakan berbagai alasan seperti induktif atau deduktif untuk berbagai situasi, menggunakan cara berpikir sistem dan membuat keputusan dari suatu permasalahan.

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan di SMAN 1 Cihaurbeuti pada kelas IPA dengan metode wawancara, observasi, dan tes menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih kurang. Menurut hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Fisika, ternyata pembelajaran Fisika jarang melakukan praktikum dikarenakan ruang laboratorium dijadikan ruang kelas untuk sementara waktu dan tidak adanya alat yang mendukung untuk melakukan praktikum gelombang bunyi dan diketahui pula bahwa materi gelombang bunyi

merupakan materi abstrak yang sulit dipahami oleh siswa. Hasil observasi menunjukkan bahwa banyak siswa yang tidak menyukai pelajaran Fisika karena sulit memahami pelajaran yang berhubungan dengan perhitungan dan konsep yang rumit. Siswa hanya menerima apa saja yang dijelaskan dalam buku tanpa mengetahui bagaimana proses pengetahuan itu didapatkan. Hasil tes yang telah dilakukan juga menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih dalam kategori kurang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran Fisika. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Salah satu model yang dapat diterapkan yaitu *Focus Explore Reflect Apply (FERA)* berbantuan media *crocodile physics*. Model pembelajaran ini termasuk pembelajaran konstruktivisme di mana memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun kemampuannya sendiri serta siswa terlibat secara aktif belajar dalam mendapatkan ataupun mengolah pengetahuannya sendiri. Pembelajaran ini juga bisa mengadopsi teori belajar koneksionisme dengan hukum latihan (*law of exercise*) di mana siswa terus dilatih untuk melakukan keterampilan berpikir kritis melalui sintaks pembelajarannya. Dan juga model pembelajaran FERA ini terdapat pendekatan saintifik dikarenakan dalam proses pembelajaran terdapat pendekatan saintifik.

Berdasarkan uraian di atas, penulis menduga ada pengaruh model *Focus Explore Reflect Apply (FERA)* berbantuan media *crocodile physics* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis yang ditandai dengan meningkatnya keterampilan dari indikator-indikator yang diteliti.



**Gambar 2.13 Kerangka Konseptual**

#### 2.4 Hipotesis Penelitian dan Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan dari rumusan masalah maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

- $H_0$  : tidak ada pengaruh model pembelajaran *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) berbantuan media *crocodile physics* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi.
- $H_a$  : ada pengaruh model pembelajaran *Focus Explore Reflect Apply* (FERA) berbantuan media *crocodile physics* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi.