

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teoritis**

Pada bagian kajian teori ini secara berturut-turut dan dikaji tentang proses pembelajaran fisika, *e-book* fisika berbasis *local wisdom*, kemampuan berpikir kreatif, keterampilan proses sains, dan konsep gelombang bunyi yang terdapat pada seruling bambu.

##### **1. Pembelajaran Fisika**

Sains ialah suatu ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk memahami tentang alam semesta sehingga memunculkan kemampuan manusia untuk memiliki daya cipta dan aplikasi (Collete & Chiappetta, 1994:30). Sains juga dapat dinyatakan sebagai kumpulan pengetahuan yang diperoleh dari proses berpikir untuk memahami alam, penyelidikan, dan melakukan investigasi terhadap fenomena-fenomena alam (*The National Academy of Sciences*, 1999:1). Pada perkembangannya ilmu sains mengalami pemisahan menjadi berbagai cabang ilmu diantaranya fisika, kimia, dan biologi.

Fisika dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sifat dasar materi dan interaksinya yang menentukan perilakunya (Griffith & Brosing, 2009). Fisika sebagai salah satu cabang ilmu sains bukan hanya sebatas ilmu teori namun juga sebagai ilmu eksperimental (Young & Freedman, 2002). Ruang lingkup kajian fisika terbatas pada dunia empiris yaitu hal-hal yang dapat dipahami oleh akal dan pengalaman manusia (Mundilarto, 2012: 3). Ilmu fisika terdiri atas beberapa

subbidang utama yaitu mekanika, listrik dan magnet, optik, termodinamika, atom dan fisika nuklir, fisika partikel, dan fisika materi terkondensasi. Keberlanjutan sains dan teknologi saling bergantung satu sama lain, kemajuan ilmu sains mendorong terlahirnya teknologi baru dan kecanggihan teknologi memungkinkan untuk terjadinya penemuan baru dalam sains.

Ilmu fisika mengkaji benda-benda dan fenomena alam dengan suatu cara baku yang disebut metode ilmiah sehingga pembelajaran fisika yang dilakukan harus dapat mencerminkan karakteristik keilmuan tersebut (Mundilarto, 2012:4). Pembelajaran fisika harus dapat memberikan pengalaman belajar yang menunjang untuk memahami konsep, melakukan penalaran, dan mengasah keterampilan proses sains yang berkaitan dengan alam (Supahar, 2014). Untuk dapat menghadirkan pembelajaran fisika yang menunjang peserta didik dalam memahami konsep, prinsip, dan hukum-hukum fisika maka diperlukan pertimbangan strategi atau metode efektif dan interaktif (Hamid, 2011:6).

Dari penjelasan yang ada, diketahui bahwa pembelajaran fisika bukan hanya sekedar proses untuk memperoleh pemahaman terkait fakta, prinsip, konsep, maupun hukum fisika namun juga harus bisa menghadirkan pengalaman nyata untuk melatih keterampilan proses sains sehingga peserta didik dapat memahami bagaimana cara memperoleh fakta dan prinsip melalui suatu metode ilmiah. Untuk dapat menghadirkan pembelajaran yang baik, proses pembelajaran fisika harus mempertimbangkan pendekatan, model, strategi, metode dan teknik mengajar yang efektif dan efisien. Pembelajaran model *outdoor learning* melalui *project* dapat menjadi salah satu alternatif untuk menghadirkan pembelajaran fisika yang dekat

dengan lingkungan kehidupan sehari-hari dan memberikan pengalaman nyata pada peserta didik.

## **2. Model *Outdoor Learning* Melalui *Project***

*Outdoor learning* dapat didefinisikan sebagai proses pembelajaran yang dilaksanakan di luar kelas. *Outdoor learning* menjadi sarana bagi peserta didik untuk terhubung langsung dengan alam sehingga mendapatkan pengalaman yang berkontribusi pada perkembangan peserta didik (Wattchow & Brown, 2011:17).

Pembelajaran *outdoor learning* memiliki karakteristik yaitu:

- 1) pembelajaran dilakukan di luar rumah, namun beberapa aspek bisa dilakukan di kelas sebagai penjelasan tentang konsep dasar dan persiapan bahan;
- 2) penekanan pada proses pembelajaran dan pembelajaran eksperimen, yaitu pembelajaran tindakan, pembelajaran dengan melakukan, belajar melalui pengalaman, dan belajar melalui penemuan dan eksplorasi. Salah satu prinsip pengalaman belajar dimana peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, seperti bertanya, menyelidiki, bereksperimen, ingin tahu, memecahkan masalah, bertanggung jawab. Ini akan membangun kreativitas dan pemahaman. peserta didik terlibat secara intelektual, emosional, sosial baik interpersonal dan intrapersonal;
- 3) melibatkan pemandangan indra indera yang baik, sentuhan, bau, pendengaran, rasa, dan intuisi dan melibatkan tiga aspek kognitif, afektif, dan motorik belajar;

- 4) penekanan pada hubungan antara sumber daya manusia dan sumber daya alam.

Terdapat beberapa elemen yang harus ada pada pembelajaran *outdoor learning* agar pengalaman yang di dapat menjadi berharga bagi peserta didik, diantaranya yaitu :

- a. Memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan *self discovery*
- b. Membuat peserta didik merasakan pengalaman menang dan kalah
- c. Memberi kesempatan untuk mengatur diri demi tercapainya tujuan bersama
- d. Menyediakan waktu untuk melakukan refleksi
- e. Melatih imajinasi
- f. Memuat unsur bermain, namun tidak berlebihan
- g. Membebaskan peserta didik dari perbedaan status social. (Van Oord, 2010)

Potter & Dymment (2016) menerangkan bahwa melalui *outdoor learning* maka peserta didik dapat mengembangkan keterampilan teknis, membangun keterampilan sosial dan interpersonal, mengembangkan koneksi ke alam, dan melakukan manajemen risiko. Mundilarto dan Pamulasari (2017) juga menyatakan bahwa pembelajaran *outdoor learning* memberi kesempatan dalam hal pengembangan sikap, pengetahuan, dan keahlian. Melalui pembelajaran *outdoor learning* maka peserta didik dapat berinteraksi secara langsung dan mendapatkan pengalaman secara nyata. Hal ini akan membuat ingatan peserta didik mengenai konsep yang dipelajari melalui pengalaman tersebut untuk bertahan lebih lama

dalam ingatan (Remington & Legge, 2017). Pembelajaran model outdoor learning dapat dikemas dalam bentuk *fieldwork*, permainan, simulasi, dan proyek (Mundilarto & Pamulasari, 2017).

Pelaksanaan model *outdoor learning* dalam pembelajaran menuntut guru untuk dapat mengubah persepsi peserta didik terhadap lingkungan (Rios & Brewer, 2014). Oleh sebab itu, diperlukan partisipasi aktif dari guru dalam memberikan bimbingan dan mengevaluasi kesulitan peserta didik ketika terdapat persoalan yang belum terselesaikan. Salah satu pengembangan dari pembelajaran *outdoor learning* yaitu pembelajaran *outdoor learning* melalui proyek. Pembelajaran berbasis kegiatan proyek menggunakan masalah sebagai langkah awal untuk mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman dan kreativitas yang nyata (Husamah, 2013:56). Model ini dapat digunakan dalam mengefektifkan pembelajaran dan memberikan motivasi intrinsik berupa tugas yang nyata, memberikan pendekatan yang lebih luas dengan sudut pandang konstruk, mengintegrasikan kemampuan dan pengetahuan, menggunakan kreativitas dan perasaan (Wellington, 2012; Nitko, 2011). Dengan demikian, secara tidak langsung akan mengembangkan keterampilan peserta didik dalam memecahkan masalah.

Pembelajaran proyek memiliki dua komponen penting yaitu mengorganisir dan memberikan aktivitas pada peserta didik, yaitu kegiatan proyek yang disertai dengan penyelidikan untuk memperdalam topik atau pertanyaan yang diajukan oleh guru sebelum melakukan proses pembelajaran (Marsh, 2010). Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan mengacu pada permasalahan suatu topik pelajaran yang

akan dibahas. Peserta didik mengidentifikasi, mengumpulkan data, menyimpulkan dan mengkomunikasikan informasi yang didapat (Bender, 2012).

Kegiatan proyek sangat berkaitan dengan desain eksperimen. Desain eksperimen dapat membantu mengembangkan pemahaman peserta didik mengenai teori atau konsep materi, menghubungkan eksperimen dengan teori fisika (Etkina & Van Heuvelen, 2007), mengembangkan sikap empiris pada diri peserta didik, dan berfikir saintifik (Etkina & Van Heuvelen, 2007). Dalam hal ini peserta didik lebih aktif pada proses pembelajaran dan lebih mandiri (Etkina, *et.al.*, 2010), sehingga peserta didik memiliki kesempatan untuk belajar ilmu pengetahuan lebih banyak. Kegiatan proyek juga dapat menambah pengalaman peserta didik dengan memanfaatkan lingkungan (Rudd, 2008). Hal tersebut sama halnya dengan tujuan penggunaan *outdoor learning* yang memanfaatkan lingkungan sebagai sumber belajar. Penggunaan proyek dalam *outdoor learning* membawa dampak positif bagi sekolah dan peserta didik. Pada penelitian ini digunakan pembelajaran outdoor learning melalui *project* berbasis *local wisdom* yang terbagi dalam tahap-tahap sesuai pada Tabel 1.

Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas dapat diketahui bahwa kegiatan proyek dinilai sangat tepat digunakan untuk mendukung model *outdoor learning* dalam pembelajaran fisika. Model *outdoor learning* melalui proyek merupakan model pembelajaran yang menekankan pada kegiatan unjuk kerja nyata atau pengalaman dengan menempatkan peserta didik dalam situasi pembelajaran yang menyerupai keadaan yang sebenarnya di luar kelas melalui kegiatan pembuatan proyek dan mengamati proyek yang dibuat untuk

memahami konsep, meningkatkan keterampilan dan sikap kerjasama peserta didik, serta mengembangkan pemahaman dan penghayatan terhadap benda dan kejadian yang ada di lingkungan sekitarnya.

Tabel 1. Sintaks *Outdoor Learning* Melalui *Project*

| <b>Tahap</b> | <b>Sintaks</b>  | <b>Deskripsi</b>  |
|--------------|---|---|
| 1            | <i>Divide into Groups</i>   | Membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. Satu kelompok terdiri dari 5-6 orang.  |
| 2            | <i>Led Out of the Classrooms</i>                                      | Membawa peserta didik keluar kelas dan berkumpul berdasarkan kelompoknya.   |
| 3            | <i>Give the Esential Question About local wisdom with Environment</i> | Memberikan pertanyaan esensial tentang hubungan antara materi dengan lingkungan alam sekitar. Pertanyaan yang diajukan dapat memberikan tugas pada peserta didik. |
| 4            | <i>Work in Small Group</i>  | Semua peserta didik berkumpul bersama kelompoknya dan berpencair sesuai dengan kelompoknya untuk melakukan pengamatan dan mengumpulkan data                       |
| 5            | <i>Presented the Results of the project local wisdom</i>              | Mempresentasikan hasil di depan teman-teman   |
| 6            | <i>Evaluate Project Results of local wisdom</i>                       | Mengevaluasi hasil proyek yang dilakukan peserta didik (dengan melihat kekurangan, kelebihan) untuk menarik kesimpulan terhadap pembelajaran yang Dilakukan       |

### 3. Kemampuan Berpikir Kreatif

Menurut *oxford dictionary*, kecerdasan (*intelegence*) adalah suatu kemampuan untuk memperoleh dan menerapkan pengetahuan dan keahlian. Dulu kecerdasan hanya dipandang sebagai kemampuan analitis dan kemampuan menghafal, namun sekarang ini kecerdasan lebih dinilai sebagai integrasi keterampilan tingkat tinggi (*high order thinking skill*) yang terdiri atas

kemampuan berpikir kritis, bertanya, dan kreativitas (Albergaria-Almeida, 2011). Berdasarkan Sternberg, Jarvin dan Grigorenko (2009:6) kecerdasan terdiri atas kemampuan analitis, kreatif, dan praktis. Dalam pendidikan di Indonesia, kreativitas telah menjadi salah satu komponen utama yang dikembangkan dalam kurikulum 2013 dan tergabung dalam 4C yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), dan *creativity* (kreativitas).

Kreativitas sebagai bagian dari kecerdasan didefinisikan sebagai suatu keterampilan untuk menghasilkan ide dan kemungkinan baru yang bermanfaat (Y. F. Lau, 2011:216). Kreativitas diperlukan untuk menghasilkan ide yang dapat menjadi pemecahan masalah, namun untuk mengevaluasi dan memperbaikinya diperlukan kemampuan berpikir kritis. Pada awalnya kreativitas dinilai sebagai suatu kemampuan khusus yang hanya dimiliki oleh anak berbakat (Myhill & Wilson, 2013), namun pada perkembangannya banyak guru yang berpendapat bahwa kreativitas merupakan keahlian kognitif yang bisa dipelajari dan dikembangkan (Vedenpaa & Lonka, 2014).

Pada era modern sekarang ini dimana perubahan terjadi dengan cepat dan kompetisi berlangsung dengan ketat, kreativitas dipandang sebagai salah satu keahlian yang sangat menentukan kesuksesan seseorang dan termasuk dalam keahlian utama abad 21 (Gu, Dijksterhuis, & Ritter, 2019). Sebelumnya kreativitas adalah topik yang kurang disukai oleh guru, hal ini dikarenakan kreativitas dikaitkan dengan sifat kurang disiplin, keras kepala, impulsif, tidak mau mendengarkan pendapat orang lain, dan sering kali bertanya/menimbulkan



situasi yang tidak terduga di kelas (Beghetto, 2008; Mullet, Willerson, N. Lamb, & Kettler, 2016). Sekarang ini kreativitas cenderung di pandang dalam dua aspek penting yaitu keaslian (*unusual/originality/novelty*) dan kegunaanya (*usefulness*) sehingga lebih dapat diaplikasikan di masyarakat (So & Hu, 2019).

Proses intervensi diperlukan untuk menghadirkan aspek kreativitas pada proses pembelajaran, untuk mengetahui kebutuhan dan langkah yang diperlukan maka persepsi guru terhadap kreativitas penting untuk dipahami. Berdasarkan penelitian dari So dan Hu (2019) yang meneliti terkait perspektif guru terhadap kreativitas di sekolah Asia mengaitkan konsep kreativitas dengan beberapa hal berikut.

a. Keaslian (*Breaking the Mold*)

*Breaking the Mold* memiliki arti mematahkan cetakan, sehingga yang dimaksud adalah melakukan sesuatu di luar kebiasaan atau dengan cara yang berbeda. Konsep ini mengaitkan kreativitas dengan keaslian dan keunikan

b. Bermoral (*Something moral*)

Kreativitas tidak hanya sekedar diasosiasikan dengan keaslian dan keunikan, namun juga dipandang sebagai sikap yang membantu menimbulkan harmonisasi bersama. Melalui belajar kreativitas peserta didik akan memahami bahwa setiap individu berbeda dan memiliki keunikan tersendiri sehingga peserta didik dapat belajar cara berkompromi dan menerima berbagai bentuk pemikiran.

c. Kegunaan (*Something socially usefull*)

Kreativitas dipandang sebagai sesuatu yang mendatangkan manfaat bagi masyarakat, melalui kreativitas hadir berbagai produk yang memajukan teknologi dan menyelesaikan permasalahan sosial.

d. Berdasarkan materi pelajaran (*Based on subject knowledge*)

Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan dengan benar juga dapat dinilai sebagai kreativitas. Kreativitas tidak hanya dinilai dari sisi keunikan namun juga harus bersumber dari konsep dan pengetahuan yang dipelajari.

e. Penerapan (*Applying existing things*)

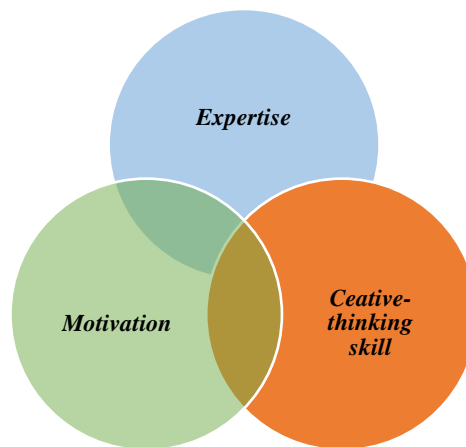
Melakukan kreativitas merupakan suatu indikasi untuk menerapkan hal yang dipelajari dalam situasi tertentu. Meski kreativitas sering kali dihubungkan sesuatu yang baru, namun para guru juga memandang kreativitas sebagai bentuk untuk menemukan hubungan atau kombinasi dari sesuatu yang telah ada. Kemampuan untuk merancang dengan efektif untuk tujuan tertentu dipandang sebagai “*adaptive creativity*”. Kemampuan seperti ini dinilai lebih umum untuk dicapai daripada “*innovative creativity*” yang sering terlibat dengan proses mengambil resiko dan perubahan radikal (Cheng, 2011).

Suatu proses pembelajaran yang dapat menunjang pengembangan kreativitas disebut sebagai pembelajaran kreatif. Pembelajaran kreatif memerlukan berbagai pendekatan yang unik dan menarik untuk mendorong

berkembangnya daya imajinasi dan kemampuan berpikir “*out of the box*” dari peserta didik. Beberapa aktivitas yang dinilai sebagai pembelajaran kreatif diantaranya: debat, proyek, bermain peran, menulis laporan, permainan *flashcard* dan sejenisnya (Turner, 2013). Peran penting guru dalam memilih dan menggunakan berbagai pendekatan dalam pembelajaran kreatif mendorong munculnya peran guru kreatif di dalam kelas. Seorang guru dapat dikatakan sebagai guru kreatif apabila pembelajaran yang dihadirkan memiliki beberapa aspek berikut: mendorong kemandirian, meningkatkan rasa percaya diri, melatih untuk bertanya dan menjawab pertanyaan terbuka, memberi kesempatan dalam memilih tugas atau melakukan koreksi diri, dapat bertoleransi terhadap ambiguitas jawaban peserta didik, dan yang paling penting mampu mendemonstrasikan kemampuan berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran (Morais & Azevedo, 2011).

Kreativitas selain dipandang sebagai kemampuan kognitif juga dipandang sebagai sikap/karakter. Siswa kreatif memiliki beberapa karakteristik diantaranya: memiliki rasa ingin tau, antusiasme, rasa humor, berani mengambil resiko, bersikap berbeda dari yang lain (Morais & Azevedo, 2011). Gralewski (2019), melakukan penelitian kualitatif untuk mengetahui persepsi guru terhadap karakteristik siswa kreatif. Para guru mendiskripsikan karakteristik kreativitas pada peserta didik laki-laki berbeda dengan peserta didik perempuan. Kreativitas pada gender laki-laki didiskripsikan sebagai perilaku impulsif, independen, pelanggar aturan, keberanian, bersedia mengambil resiko, mampu mempertahankan pendapatnya, percaya diri, individualistik, spontan, dan

tanggap terhadap suatu permasalahan, sedangkan kreativitas pada gender perempuan dideskripsikan sebagai perilaku rajin, teliti, sistematis, gigih, tenang, terencana, konsisten, dan mampu mengendalikan diri terhadap aturan (Gralewski, 2019). Pandangan kreativitas pada anak laki-laki sesuai dengan tipe *inovative creativity*, sedangkan pandangan kreativitas pada anak perempuan sesuai dengan jenis *adaptive creativity*. M. Amabile (2005:78) menyatakan bahwa kreativitas terdiri atas tiga komponen yaitu :



Gambar 1. Komponen Kreativitas

a. *Creative thinking skill*

Berpikir kreatif adalah Keterampilan yang menentukan keluwesan seseorang dalam melakukan pendekatan untuk menyusun suatu pemecahan masalah.

b. *Expertise*

*Expertise* diartikan sebagai pengetahuan teknis, keterampilan prosedural, dan intelektual.

c. Motivasi.

Motivasi dalam diri untuk menyelesaikan masalah mendorong seorang untuk lebih kreatif dalam menemukan suatu solusi daripada motivasi luar seperti hadiah. Motivasi dalam diri dapat dipengaruhi oleh lingkungan kerja.

Berpikir kreatif mengacu pada kemampuan untuk menghasilkan ide/solusi asli dalam suatu proses pemecahan masalah (Hadar & Tirosh, 2019). Berpikir kreatif juga diartikan sebagai suatu kemampuan untuk menciptakan atau memberikan suatu gagasan unik dari alternatif sudut pandang yang ada (McGregor, 2007:172). Dalam proses pembelajaran peserta didik dapat dikatakan kreatif apabila dapat menyelesaikan suatu soal menggunakan cara yang berbeda dengan cara yang diajarkan (Voroshilov, Mihardi, Harahap, & Sani, 2018). (Cropley, 1997:16) mendiskripsikan beberapa beberapa sifat utama yang membentuk berpikir kreatif yaitu:

- a. *Sensitivity to Problems*—orang kreatif cenderung sensitif terhadap permasalahan, sehingga mampu mengidentifikasi permasalahan atau kejanggalan terhadap hal yang disajikan.
- b. *Redefinition of Problem*—orang kreatif sering kali dapat menyatakan kembali suatu permasalahan dengan cara pandang dan pendekatan yang berbeda.
- c. *Penetration*—sorang kreatif sering kali menunjukkan tingkat pemahan yang tinggi sehingga langsung mengacu pada pokok permasalahan dan mengabaikan hal-hal yang tidak relevan.

- d. *Analysis and Synthesis*- orang kreatif cenderung mampu memecah suatu permasalahan ke dalam unsur penyebabnya, dan melihat hubungan antar komponen permasalahan atau hal lain secara general.
- e. *Ideational Fluency*-mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan mendefinisikan masalah menjadikan orang kreatif mampu menghasilkan banyak ide yang relevan sebagai solusi.
- f. *Flexibility*-kemampuan orang kreatif untuk mengubah carapandang mereka menggunakan pendekatan baru.
- g. *Originality*-kemampuan orang kreatif dalam menghasilkan ide baru yang tidak biasa.

Piirto (2011:144) memandang kemampuan berpikir kreatif sebagai bagian berfikir divergen dan membagi kemampuan berpikir kreatif menjadi 5 aspek yang terdiri atas *fluency*, *flexibility*, *originality*, *elaboration*, dan *transformation*. *Fluency* mengarah pada banyaknya ide yang bisa dihasilkan, semakin banyak semakin baik. *Flexibility* diartikan sebagai kemampuan untuk menafsirkan, mengklasifikasikan dan mengkategorikan dari berbagai sudut pandang. *Originality* berkaitan keaslian, kejarangan/kelangkaan, semakin sedikit tingkat kesamaannya maka keasliannya semakin tinggi. *Elaboration* mengacu pada kemampuan untuk fokus pada detail, merinci, memperluas, dan memperindah. *Transformation* mengacu pada kemampuan untuk merevisi, mengubah, atau membuat ulang sesuatu.

Zubaidah, Fuad, Mahanal, dan Suarsini (2017) melakukan modifikasi terhadap indikator berpikir kreatif milik Treffinger dan membagi kemampuan

berpikir kreatif menjadi lima indikator yaitu *fluency*, *originality*, *elaboration*, *flexibility*, dan *metaphorical thinking*. *Fluency* mengacu pada kemampuan menyebutkan banyaknya ide, saran, ataupun alternatif jawaban terhadap suatu permasalahan. *Originality* mengacu pada tingkat kemenarikan/keunikan dari ide yang diberikan dari segi kelogisan, keterbaruan, dan relevansinya. *Elaboration* mengacu pada kemampuan untuk menjelaskan secara detail suatu ide konsep sehingga lebih jelas dan dapat diterapkan lebih mudah. *Flexibility* mengacu pada kemampuan untuk memberikan alternatif jawaban yang logis dan relevan dari sudut pandang yang berbeda. *Metaphorical thinking* mengacu pada kemampuan untuk menggabungkan, memodifikasi, dan menjelaskan suatu gagasan menggunakan analogi yang logis dan koheren.

Piirto (2011:144) menerangkan bahwa terdapat situasi – situasi yang dapat menjadi pemicu kreativitas diantaranya adalah atmosfer kelompok yang menyenangkan, tidak terdapat penilaian yang berlebihan, orientasi pada proses bukan pada hasil, terdapat kepercayaan antar anggota kelompok. Kegagalan dalam proses berpikir kreatif dapat disebabkan oleh kurangnya pengetahuan, adanya miskonsepsi, kesalahan pengambilan keputusan, dan takut untuk mengalami suatu kegagalan (Tharp, 2008:23).

Pada awalnya kreativitas lebih sering dipandang pada sesuatu yang berkaitan dengan kesenian, aneh, tidak sesuai dengan tata cara, tidak terduga, dan hanya dimiliki oleh anak-anak berbakat. Hal ini menjadikan kreativitas menjadi sesuatu yang berbeda dengan pembelajaran sains yang mengedepankan berpikir logis, memprediksi, dan cenderung melakukan aktivitas secara terukur

dan runtut seperti dalam metodologi ilmiah. Namun kini pandangan mengenai kreativitas telah berubah, kreativitas telah dipandang sebagai bagian dari aspek kecerdasan yang dapat dilatih dan dikembangkan. Kreativitas tidak hanya dipandang sebagai kemampuan untuk menghasilkan sesuatu yang baru (*innovative creativity*) namun juga sebagai kemampuan untuk mencari hubungan antar komponen sehingga dapat menghasilkan sesuatu dengan langkah yang efektif dan efisien (*adaptive creativity*).

Kreativitas dinilai penting dalam memberikan kontribusi terhadap kemampuan untuk menghadirkan ide dan solusi terhadap permasalahan. Oleh karenanya kreativitas telah menjadi salah satu keahlian utama yang harus dimiliki pada abad 21. Dalam perkembangan kreativitas muncul istilah kemampuan berpikir kreatif, namun pada penerapan atau definisinya kreativitas maupun berpikir kreatif merupakan hal sama. Sedikit yang membedakannya adalah kreativitas lebih cenderung pada sifat yang dimiliki individu sementara berpikir kreatif lebih dipandang sebagai proses yang dilakukan individu. Banyak pendapat yang menerangkan mengenai komponen kreativitas seperti pernyataan-pernyataan di atas, namun secara umum banyak penelitian yang dilakukan lebih mengacu pada empat komponen kreativitas yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Oleh karenanya pada penelitian ini dikembangkan indikator kemampuan berpikir kreatif yang mengacu pada kemampuan *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* yang sesuai dengan pembelajaran fisika.



Tabel 2. Indikator Berpikir Kreatif

| Aspek                                  | Sintesis   |
|--|--|
| <i>Fluency</i><br>(Kelancaran)         | Kemampuan untuk memberikan banyak jawaban terhadap suatu permasalahan fisika                               |
| <i>Flexibility</i><br>(Keluwesan)      | Kemampuan untuk menafsirkan, mengklasifikasikan suatu permasalahan fisika dari berbagai sudut pandang      |
| <i>Originality</i><br>(Keaslian)       | Memberikan ide, gagasan, kesimpulan berdasarkan cara pemikirannya sendiri                                  |
| <i>Elaboration</i><br>(Keterperincian) | Kemampuan untuk memberikan suatu penyelesaian permasalahan fisika dalam langkah - langkah yang terperinci. |

#### 4. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains bukan hanya merupakan sebuah metode pendekatan dalam pembelajaran namun juga merupakan aspek pengetahuan sebagai hasil dari suatu proses pembelajaran (Jalil, Herman, Sidin Ali, & Haris, 2018). Keterampilan proses merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dan menjadi landasan dalam proses penyelidikan ilmiah yang meliputi mengamati, memperkirakan dan mengklasifikasikan (Settlage & Southerland, 2007:32). Penguasaan terhadap keterampilan proses sains sangat diperlukan untuk dapat menguasai ilmu sains (Prayitno, Corebima, Susilo, Zubaidah, & Ramli, 2017).

(Gurses, Cetinkaya, Dogar, & Sahin, 2015) menerangkan bahwa penguasaan terhadap keterampilan proses sains akan memudahkan peserta didik dalam mempelajari ilmu sains, lebih melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran, melatih rasa tanggung jawab, meningkatkan pemahaman peserta didik, dan membantu dalam menerapkan metodologi keilmuan. (Karsli & Ayas, 2014) mendefinisikan keterampilan proses sains sebagai keterampilan dalam memudahkan peserta didik mempelajari sains, melaksanakan metode penelitian,

meningkatkan keaktifan peserta didik, dan meningkatkan pemahaman terhadap materi yang dipelajari. Penerapan keterampilan proses sains dalam proses pembelajaran menjadikan peserta didik saling berinteraksi secara kompleks, melatih bekerjasama untuk mencapai tujuan pembelajaran, dan mengembangkan ilmu pengetahuan (Supriyatman & Sukarno, 2014). Kegiatan tersebut sangat efisien jika digunakan dalam proses pembelajaran karena dapat meningkatkan konsep ilmu pengetahuan untuk memecahkan masalah secara alami (Karamustafaoglu, 2011).

Keterampilan proses sains terdiri atas lima aspek yaitu (a) menyusun pertanyaan yang berorientasi ilmiah (rumusan masalah), (b) memberi prioritas pada bukti penyelidikan dalam menanggapi pertanyaan, (c) memformulasikan penjelasan dari bukti penyelidikan, (d) menghubungkan penjelasan dengan dasar teori, (e) mengkomunikasikan dan mengevaluasi hasil (NRC, 2000:29). Keterampilan proses sains terdiri atas beberapa proses yaitu: observasi, pengukuran, mengklasifikasi, mengomunikasikan, memprediksi, menginversi, menggunakan angka, menggunakan ruang/waktu, menghubungkan, menanyakan, mengontrol variabel, menyusun hipotesis, menyusun definisi operasional, memformulasikan model, merancang percobaan, dan menginterpretasikan data (AAAS, 1998:30). (Mutlu & Temiz, 2013) dalam penelitiannya mengukur keterampilan proses sains dalam beberapa indikator yaitu mengidentifikasi variabel (bebas, terikat, kontrol), menyusun hipotesis, memanipulasi variabel, dan menginterpretasi data. (Jalil, Herman, Ali, & Haris, 2018) mengembangkan indikator keterampilan proses sains pada instrumennya

yang terdiri atas: mengidentifikasi variabel, menyusun hipotesis, merancang eksperimen, memprediksi, mengkomunikasikan, dan menginterpretasi data.

Pada umumnya keterampilan proses sains dikelompokkan menjadi dua yaitu *basic science process skill* (tingkat dasar) dan *integrated science process skill* (terintegrasi/tingkat lanjut) (Aslan, Ertas-Kılıc & Kılıc, 2016). Dale Tunnicliffe (2013:16) mengelompokkan keterampilan mengamati, mengajukan pertanyaan dan melakukan penyelidikan ke dalam keterampilan proses sains dasar. Ongowo (2017) dalam penelitiannya mengukur keterampilan proses sains terintegrasi dalam lima indikator yaitu mengontrol dan mengidentifikasi variabel, mendefinisikan secara operasional bagaimana mengukur variabel, menyusun hipotesis, merancang eksperimen, dan menginterpretasikan data.

Keterampilan proses sains efektif dilatih pada pembelajaran berbasis inkuiri yang berpusat pada aktivitas peserta didik (Prayitno et al., 2017). Untuk melengkapi peserta didik dengan keterampilan proses sains dapat dilakukan pada pembelajaran yang menerapkan metode eksperimen (Hodosyova et al., 2015). Kegiatan desain eksperimen lebih bagus dilakukan di luar laboratorium (*outdoor*) dengan memanfaatkan bahan-bahan alami (Karelina & Etkina, 2007). Peserta didik cenderung lebih aktif dalam proses pembelajaran ketika melakukan eksperimen (Settlage & A. Southerland, 2007:32).

Mengumpulkan dan menganalisis data merupakan salah satu dari kegiatan proses penelitian sains. Seperti halnya para ilmuwan, kegiatan mengumpulkan dan menganalisis data ini dilakukan untuk menemukan teori-teori dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Kegiatan ini digunakan untuk

menghasilkan suatu data yang kemudian dapat dijadikan sebagai informasi atau pengetahuan (Aydogdu, 2015). Informasi tersebut berkaitan dengan ramalan atau hipotesis dari eksperimen yang dilakukan, sehingga peserta didik menjadi lebih mandiri dan kreatif dalam mengungkapkan ide-ide berdasarkan temuan atau data yang diperoleh (Etkina, Karelina, Villasenor, Rosengrant, Jordan, & Silver, 2010). Temuan atau data tersebut nantinya akan menjadi pengetahuan baru yang dapat diterapkan dalam memecahkan masalah.

Keterampilan proses merupakan bagian dari kompetensi inti yang ketiga. Keterampilan proses sains sangat penting dalam mengembangkan sikap ilmu pengetahuan seperti kecurigaan, imajinasi, dan keragu-raguan. Keterampilan proses memfokuskan pada keterampilan manusia untuk membangun pengetahuan, menimbulkan gagasan, dan untuk mengkomunikasikan informasi, contohnya: memunculkan pertanyaan, mengidentifikasi masalah, melakukan pengamatan, mengumpulkan data, memberikan kesimpulan, membuat hipotesis, mengumpulkan penemuan-penemuan, dan melaksanakan eksperimen. Para guru percaya bahwa keterampilan ini memberikan dampak positif terhadap kemampuan memecahkan masalah, kemandirian, dan menghargai ilmu. Dengan demikian, keterampilan ini sangat berpengaruh dalam memecahkan masalah yang terjadi. Pada pembelajaran yang mengintegrasikan keterampilan proses sains peserta didik diharapkan mampu mengembangkan kemampuan dalam hal mendesain eksperimen, melakukan pengamatan, menganalisa pengukuran, dan kemudian menyimpulkan data.

Model *Outdoor learning* berbasis *project* melalui *local wisdom* lebih menekankan pada proses pengamatan, penyelidikan, menganalisis data secara nyata melalui suatu kegiatan proyek, merancang dan melakukan eksperimen mengenai seruling bambu yang berkaitan dengan materi gelombang bunyi. Dengan demikian penguasaan keterampilan proses sains pada peserta didik dapat menjadi lebih baik dengan penerapan pembelajaran *Outdoor learning* berbasis *project* melalui *local wisdom* ditinjau dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada tahap perencanaan proyek, pembuatan, dan eksperimen.

Berdasarkan sumber-sumber informasi mengenai aspek keterampilan proses sains maka dirancanglah indikator untuk mengukur keterampilan proses sains yang terbagi dalam 3 kategori yaitu merancang eksperimen (merumuskan masalah, menyusun hipotesis, dan mengendalikan variabel), melakukan eksperimen (melakukan observasi, dan melakukan pengukuran), dan mengkomunikasikan (mengeinterpretasikan data dan memberikan kesimpulan). Hasil sintesis mengenai indikator keterampilan proses sains ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Keterampilan Proses

| No | Indikator              | Definisi   |
|----|------------------------|--|
| 1. | Merumuskan masalah     | Menyusun pertanyaan yang berorientasi ilmiah berdasarkan tujuan eksperimen           |
| 2. | Menyusun hipotesis     | Memberikan dugaan sementara terhadap hasil dari kegiatan eksperimen                  |
| 3. | Mengendalikan variabel | Mengidentifikasi dan mengontrol variabel yang berpengaruh dalam kegiatan eksperimen. |
| 4. | Observasi              | Mengamati objek dan keadaan dalam kegiatan eksperimen                                |

| No | Indikator                | Definisi   |
|----|--------------------------|--|
| 5. | Mengukur                 | Menyatakan jumlah suatu objek atau unsur kuantitatif dalam satuan  |
| 6. | Menginterpretasikan data | Menyajikan data dalam tabel dan grafik, serta menghubungkan hasil data dengan pengetahuan yang mendukung |
| 7. | Memberikan kesimpulan    | Menyajikan hasil penelitian yang dapat menjawab rumusan masalah  |

## 5. E-book Fisika berbasis *Local Wisdom*

### a. E-book Fisika

Keberhasilan dalam proses pembelajaran peserta didik salah satunya ditentukan oleh kualitas sumber belajar. Buku biasa digunakan sebagai sumber belajar utama dalam proses pembelajaran. Seiring dengan perkembangan teknologi maka munculah pengembangan buku digital atau yang lebih dikenal buku elektronik (*e-book*). Berbagai proyek pengadaan *e-book* pun mulai bermunculan seperti Gutenberg dan Amazon. *E-book* telah tersebar luas dan digunakan di seluruh Indonesia melalui program Buku Sekolah Elektronik (BSE) yang digalangkan oleh pemerintah untuk menyediakan buku elektronik gratis bagi peserta didik di seluruh Indonesia.

Berbeda dengan buku konvensional yang dicetak pada kertas, *e-book* didefinisikan sebagai informasi digital dalam bentuk lembaran-lembaran interaktif yang menampilkan karakteristik dan sifat dari buku konvensional (Barker, 1999). Sebuah *e-book* memiliki ciri yang membedakan dengan buku konvensional yaitu dapat dibaca melalui perangkat elektronik (*PC*, laptop, *smartphone*); dapat diakses atau dipertukarkan melalui internet; terdapat fitur

spesifik seperti *hypertext text links*, fungsi *cross-references* dan elemen multimedia (Anuradha & Usha, 2006). Berdasarkan keberagaman isinya terdapat tiga jenis *e-book* yaitu *text/picture e-book* yang berisi tulisan dan gambar-gambar, *audio book* yang menyediakan fitur suara yang membacakan isi tulisan pada buku, dan *multimedia book* yang mengakomodasi elemen multimedia sehingga sangat interaktif (Shiratuddin & Landoni, 2003).

*E-book* yang beredar saat ini tersedia dalam berbagai format seperti pdf, epub, html, rtf, dan swf. Format pdf merupakan format yang paling banyak digunakan karena kemudahannya, format ini tidak menawarkan konten multimedia namun menyajikan tampilan sama seperti versi buku cetak dengan penambahan fitur seperti *highlight*, *comment*, *notes* dan *bookmark*. Format epub memiliki kelebihan yaitu memungkinkan untuk mengintegrasikan file audio atau video yang dapat diputar langsung di dalam *e-book*. (Lohr, 2014; Ongoz & Baki, 2010). E-book yang menawarkan fungsi multimedia dan interaktif seperti tombol navigasi, video, kuis biasanya disajikan dalam format swf maupun html5 yang dapat dengan mudah dioperasikan dalam pc maupun smartphone. Format html5 selain menawarkan fitur multimedia memiliki keunggulan yaitu dapat dioperasikan pada perangkat apapun tanpa memerlukan aplikasi tambahan dan memungkinkan untuk dikonversikan dalam bentuk aplikasi android (apk) (Abdelrazek & Modayan, 2012).

Penggunaan *e-book* dalam proses pembelajaran memungkinkan untuk menyajikan konten elektronik berupa suara, gambar, grafik, animasi, maupun video sehingga menjadikan *e-book* dipandang lebih atraktif dan interaktif

dibandingkan buku cetak (Mohammed et al., 2015). *E-book* interaktif yang disertai dengan animasi dan video menjadikan peserta didik lebih mudah menangkap isi dari bahan bacaan daripada *e-book* biasa (Smeets & Bus, 2015). Penggunaan *e-book* dapat meningkatkan pembelajaran sains di kelas karena memungkinkan penyesuaian kebutuhan dengan mempertimbangkan gaya dan ritme belajar individu yang berbeda (Pombo, Smith, Abelha, Caixinha, & Costa, 2012). Penggunaan *e-book* yang menyertakan elemen interaktif (gambar, grafik, animasi) sangat cocok untuk pembelajaran saintifik sehingga pemahaman konsep ilmiah yang kompleks dapat tercapai (Humairoh & Wasis, 2015; Lohr, 2014). Selain itu penggunaan *e-book* dapat menunjang dalam membiasakan literasi sains (Muhlas & Kuntjoro, 2019) dan peningkatan hasil belajar (Mohammed et al., 2015) termasuk di dalamnya kemampuan berpikir kreatif (Adawiyah et al., 2019). Ongoz & Baki (2010) menerangkan bahwa penggunaan *e-book* dalam proses pembelajaran dinilai memiliki nilai-nilai positif diantaranya:

- 1) Proses pembelajaran menggunakan *e-book* menjadikan guru dapat lebih berperan sebagai fasilitator daripada sebagai sumber informasi.
- 2) Meningkatkan pencapaian akademik dan motivasi belajar.
- 3) Proses pembelajaran terasa lebih menyenangkan dengan adanya fitur multimedia.
- 4) *E-book* menyediakan kebebasan dan fleksibilitas kepada pembelajar untuk belajar sesuai tingkat kemampuannya.



- 5) Kendali dalam metode dan pendekatan pembelajaran beralih dari guru ke murid.
- 6) Mengembangkan kemandirian belajar
- 7) Mengurangi beban dalam membawa buku teks, selain itu informasi dan pengetahuan dalam *e-book* mudah untuk diupdate dan dikembangkan.

Penemuan teknologi layar sentuh dan *smartphone* telah meningkatkan popularitas dari *e-reading* (membaca informasi digital melalui perangkat elektronik). Berdasarkan laporan dari Joan Ganz Cooney Center pada tahun 2014 menyatakan bahwa 31% orang tua menyatakan bahwa anak mereka dengan usia 2-10 tahun telah membaca *e-book* (Rideout, 2014). Jumlah siswa yang mengakses *e-book* melalui *smartphone* dan tablet PC terus berkembang, akan tetapi *e-book* saat ini banyak beredar belum menyediakan konten yang adaptif (Abdelrazek & Modayan, 2012). Oleh karenanya masih diperlukan pengembangan *e-book* yang memaksimalkan fitur-fitur multimedia. Pengembangan *e-book* multimedia terdiri dari lima tahap: (1) memahami masalah belajar dan kebutuhan pengguna; (2) desain konten untuk memanfaatkan teknologi yang memungkinkan; (3) membuat materi multimedia dengan aturan standar web (4) uji coba produk (5) evaluasi dan perbaikan desain (Huang, 2005). Berdasarkan hasil penelitian Abdelrazek & Modayan (2012) diketahui bahwa peserta didik cenderung menyukai *e-book* yang menyediakan kemudahan navigasi, tampilan yang menarik, *layout* halaman yang jelas, dan kejelasan informasi didalamnya. Berdasarkan hasil penelitian Lohr (2014) menyatakan bahwa untuk tujuan pembelajaran sebuah *e-book* harus memiliki

fitur *highlight text*, komen, dan *bookmark*; harus dapat dioperasikan pada smartphone atau tablet; memiliki fitur pencarian; dan dapat menampilkan *hyperlink*.

Kehadiran teknologi banyak menghadirkan kemudahan bagi kehidupan manusia, sekarang ini dengan perkembangan teknologi yang pesat telah mampu menghadirkan teknologi dalam genggam tangan yaitu *smartphone*. *Smartphone* saat ini telah menjadi barang umum yang banyak dimiliki oleh masyarakat. *Smartphone* memiliki fungsi utama sebagai alat komunikasi, namun dengan kecanggihannya saat ini berbagai aktivitas dapat dilakukan menggunakan *smartphone* seperti memutar lagu, video, mencari informasi melalui internet, membuat catatan, membaca *e-book*, dan memainkan berbagai permainan. Setelah berkembangnya metode pembelajaran yang memanfaatkan internet (*e-learning*), hadirnya teknologi *smartphone* menjadi potensi dalam pengembangan metode pembelajaran sehingga proses belajar menjadi lebih beragam dan bermakna. Pemanfaatan *smartphone* dalam proses pembelajaran dikenal sebagai *mobile learning (m-learning)* (Evans, 2008).

*Mobile learning* mengacu pada pembelajaran yang menggunakan perangkat *mobile* seperti *smartphone*, *pda (personal digital assessment)*, tablet, dan laptop dalam proses pembelajaran (Sung, Lee, Yang, & Chang, 2019). *M-learning* memiliki kelebihan daripada metode pembelajaran pada umumnya yaitu lingkungan belajar, sumber informasi, dan interaksi yang terjadi tidak terikat oleh waktu dan tempat sehingga proses belajar dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun. Terdapat beberapa karakteristik dari metode *mobile learning*

yang menjadikannya sukses dalam merubah pandangan umum terkait pembelajaran digital sebelumnya yaitu: mudah dibawa kemanapun (*portability*), setiap orang dapat melakukan proses belajar secara mandiri (*individuality*), dapat dibuka/dilaksanakan kapanpun (*availability*), dapat diakses kapan saja dan dimana saja (*connectivity*), dan dapat berinteraksi dengan sesama teman/pendidik dengan mudah (*social interactivity*) (Klopfer, 2002). Pengintegrasian teknologi dalam proses pembelajaran menunjukkan peningkatan dalam hal hasil belajar, minat/motivasi, serta menjadikan peserta didik lebih mengapresiasi proses belajar (Sulisworo & Toifur, 2016). Selain itu penerapan teknologi juga memberikan kesempatan bagi pendidik untuk menjadi lebih kreatif dan dapat menggunakan berbagai pendekatan dalam proses pembelajaran. Penerapan *m-learning* pada negara-negara berkembang seperti Indonesia memiliki kendala utama pada kurangnya penguasaan pendidik terhadap kemampuan literasi TIK dan penerapan strategi belajar (Sulisworo & Toifur, 2016).

Memandang berbagai potensi dalam pembelajaran dengan *m-learning*, maka *e-book* fisika yang akan dikembangkan didesain untuk dapat mengoptimalkan pembelajaran *mobile*. Oleh karenanya *e-book* akan dikembangkan dalam format html5 yang dapat dioperasikan dalam perangkat apapun, kemudian dikonversikan menjadi perangkat android dengan ekstensi apk. Format apk merupakan format aplikasi yang menunjang sistem operasi *android* sehingga sesuai dengan mayoritas *smartphone* yang ada. *E-book* fisika memuat satu kompetensi dasar mengenai gelombang bunyi pada Kelas XI IPA

semester genap. Komponen multimedia yang terdapat pada *e-book* fisika terdiri atas teks, gambar, video, dan aktivitas proyek-eksperimen yang berhubungan dengan setiap topik materi. Selain itu terdapat aktivitas eksperimen yang memanfaatkan *smartphone* sebagai alat ukur untuk mengukur besaran fisika terkait frekuensi dan intensitas bunyi. Hal ini menjadikan fungsi *smartphone* dapat lebih teroptimalkan dan peserta didik dapat belajar memanfaatkan teknologi untuk melakukan suatu kegiatan pengukuran.

## **b. Local Wisdom**

### **1) Definisi Local Wisdom**

*Local wisdom* atau kearifan lokal merupakan hasil dari kebudayaan masa lalu yang telah menjadi pedoman hidup dalam bermasyarakat, meski berupa kebudayaan lokal akan tetapi nilai yang terkandung bersifat universal sehingga sesuai diaplikasikan dimana saja (Panjaitan, 2014: 115). *Local wisdom* merupakan pemahaman yang muncul berdasarkan pengalaman pribadi dan perilaku masyarakat yang terus berkembang dan berubah mengikuti zaman sebagai bagian dari upaya untuk menjaga keseimbangan dengan alam (Hadiwijoyo, 2012: 10).

Semua budaya yang berasal dari daerah lokal seperti upacara adat, bahasa, permainan tradisional, kesenian daerah yang menjadi identitas unik dari suatu daerah disebut sebagai *local wisdom* (Hasanah, 2017: 1). *Local wisdom* dapat juga didefinisikan sebagai pola pikir dan tindakan yang menjadi bagi manusia untuk menjalani kehidupannya sebagai bagian dari cara manusia untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan (Budiharjo,

1997: 4). Terciptanya *local wisdom* dapat bersumber dari alam (angin, udara, air), manusia (pengetahuan), serta kondisi geografis (Mukminan, 2011).

Secara keseluruhan *local wisdom* dapat diartikan sebagai hasil pemikiran dari orang terdahulu seperti upacara adat, bahasa, permainan tradisional dan kesenian daerah yang telah menjadi bagian hidup dalam bermasyarakat dan menjadi identitas dari daerah tertentu. Indonesia sebagai negara yang memiliki semboyan “*Bhinneka Tunggal Ika*” (walau berbeda-beda tetapi tetap satu jua) sudah seharusnya menjaga kelestarian *local wisdom* yang merupakan warisan kebudayaan bangsa yang diturunkan secara turun-temurun. Pada era globalisasi seperti sekarang ini telah menjadikan kehidupan manusia bergantung pada teknologi dan berdampak pada terkikisnya nilai-nilai budaya lokal dari para generasi milenial (Suwardani, 2015).

Nilai-nilai pada *local wisdom* yang bersifat universal menjadikannya mungkin untuk diintegrasikan dan diterapkan pada bidang pendidikan sebagai salah satu wujud upaya untuk melestarikan kebudayaan lokal. Pengintegrasian ini tidak hanya sekedar sebagai mata pelajaran dalam muatan lokal, namun *local wisdom* bisa dijadikan sebagai salah satu sumber pembelajaran. Proses pengintegrasian *local wisdom* pada bidang pendidikan membuat kehadiran budaya menjadi lebih kuat sehingga mampu bertahan di era modern (Saputra, 2013).

Penerapan *local wisdom* dalam pembelajaran fisika diantaranya dilakukan oleh (Suastra, Jatmiko, Ristiati, & Yasmini, 2017) yang menerapkan *local wisdom* Bali untuk mengembangkan karakter peserta didik dalam hal mengeksplorasi, fokus atensi, dan rasa ingin tau dari berbagai sudut pandang. Selain pengembangan karakter, *local wisdom* juga dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika (Hartini et al., 2018). Proses pengintegrasian *local wisdom* pada pembelajaran sangat dipengaruhi oleh para pendidik yang harus bisa melihat keterkaitan materi pembelajaran dengan *local wisdom* yang terdapat di daerah (Pornpimon, Wallapha, & Prayuth, 2014)

Ilmu fisika sangat terkait dengan berbagai benda dan peristiwa di sekitar kita seperti gerak, kalor, cahaya, bunyi, dan sebagainya. Materi pelajaran fisika perlu dikaitkan dengan kegiatan sehari-hari sehingga proses pembelajaran fisika akan menjadi lebih bermakna. Melalui proses pengintegrasian *local wisdom* pada pembelajaran memungkinkan untuk menghadirkan proses pembelajaran yang lebih kontekstual sehingga dapat mendorong peserta didik untuk lebih mudah memahami materi pelajaran dan sekaligus mengenal lebih dalam kebudayaan di daerahnya.

## **2) Seruling Bambu**

Salah satu bentuk *local wisdom* di Jawa Tengah yaitu seruling Jawa. Seruling merupakan bagian dari gamelan Jawa berupa alat musik tiup yang terbuat dari bambu yang dilubangi. Seruling dalam bahasa Jawa dikenal dengan nama suling. Kata suling berasal dari kata su yang berarti benar; dan

ling = peralihan dari kata La Hyang (La = Ketentuan, Hyang = Pemimpin). Secara keseluruhan dapat diartikan menjadi “ketentuan dari para pemimpin yang benar“. Pada akhirnya kata Su La Hyang beralih menjadi Suling.



Gambar 2. Seruling Bambu Khas Jawa (sumber: kerajinan indonesia.id)

Seruling Jawa biasanya dibuat menggunakan bahan baku dari jenis bambu tamiang (*Schizostachyum blumei*, Nees). Jenis bambu ini memiliki ciri-ciri permukaan yang licin, kulitnya tipis, diameternya kecil dan ukurannya panjang. Seruling memiliki dimensi yang bermacam-macam bergantung pada penggunaannya. Biasanya seruling bambu memiliki ukuran sekitar 30-60 cm bergantung pada pemainnya. Seruling yang digunakan untuk permainan memiliki panjang 30 cm karena ditujukan untuk anak-anak, namun pada orang dewasa seruling yang digunakan biasanya berukuran 60 cm.

Seruling Jawa dapat dibedakan berdasarkan lubang nadanya. Secara umum seruling Jawa dibedakan menjadi dua jenis yaitu seruling dengan empat lubang (liang opat) yang dipergunakan untuk memainkan laras pelog dan seruling dengan enam lubang (genap) yang dipergunakan untuk

memainkan slendro. Seiring dengan perkembangannya teknik permainan musik dan nada-nada maka muncullah seruling yang memiliki tujuh lubang, delapan lubang, dan sembilan lubang. Penambahan lubang ini menjadikan nada yang bisa dihasilkan seruling menjadi lebih bervariasi. Selain itu satu lubang seruling bisa menghasilkan tiga nada bergantung pada kecepatan tiupan udara sang pemain. Jika udara yang dialirkan dua kali lebih cepat maka nada yang timbul juga akan memiliki frekuensi dua kali lipatnya.

Sebagai bagian dari budaya Jawa suling juga memiliki filosofi yang sesuai dengan budaya Jawa yaitu:

- a) Bentuk yang lurus dengan ikat tali menggambarkan sosok manusia dengan ikat kepala.
- b) Lubang yang berjumlah 6, menggambarkan “ 6 lubang kehidupan” (mata, hidung, mulut, telinga, alat kelamin, dan anus). Manusia harus dapat mengatur waktu untuk membuka dan menutupnya, yang kesemuanya diatur menggunakan adab.
- c) Perpaduan jari tangan kiri-kanan; atas-bawah ketika memainkan seruling menggambarkan kesatuan, tidak ada yang disebut lengan baik/buruk.
- d) Proses pengaturan napas mengajarkan tentang konsep dalam menata hidup yaitu disiplin, mawas diri dan sadar atas keterikatan diri.

### **c. Aspek Fisika dalam Seruling**

Pernahkah kamu memikirkan betapa menakjubkannya pendengaran yang Tuhan anugerahkan? Kita dapat membedakan bunyi dari berbagai macam alat



musik, bahkan kita dapat menentukan arah dan posisi dari sumber bunyi hanya dengan mendengarkannya.



Gambar 3. Permainan Seruling Bambu (<https://youtu.be/kUL1cxkvuWM>)

Bunyi termasuk dalam kategori gelombang longitudinal, sehingga gelombang bunyi terdiri atas rapatan dan renggangan serta memiliki arah rambat dan arah getar yang sejajar. Bunyi memerlukan medium berupa gas, cair maupun padatan untuk bisa merambat.

#### **a. Karakteristik Bunyi pada Seruling Bambu**

Kita dapat membedakan bunyi berbagai macam instrumen atau sumber bunyi karena adanya perbedaan karakteristik dari setiap bunyi yang dihasilkan. Karakteristik gelombang bunyi antara lain:

##### **1. Tinggi Rendah Bunyi (Nada / *Pitch*)**

Pada sebuah seruling setiap lubang menghasilkan nada yang berbeda karena frekuensi bunyi yang dihasilkan juga berbeda. Nada dipengaruhi

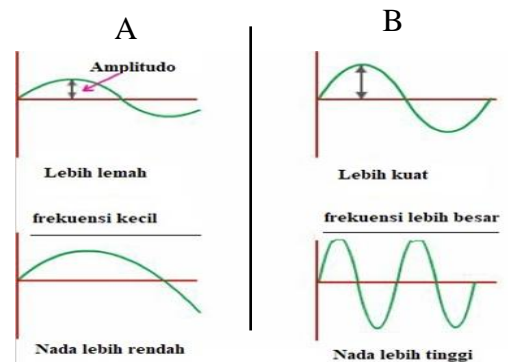
oleh frekuensi, semakin tinggi frekuensinya maka bunyi yang dihasilkan semakin nyaring (nada 7 lebih nyaring daripada nada 1).

## 2. Kuat Lemah Bunyi (*Loudness*)

Ketika membunyikan seruling kita bisa membunyikannya dengan pelan/keras, hal ini disebut kuat lemah bunyi. Kuat lemah bunyi sangat dipengaruhi oleh amplitude (intensitas), semakin besar amplitudonya maka bunyi yang dihasilkan semakin keras.

## 3. Warna Bunyi

Seruling bambu dan seruling rekorder menghasilkan bunyi khas yang berbeda, hal ini karena adanya warna bunyi. Warna bunyi dipengaruhi oleh jenis material dari sumber bunyi, sebagai contoh seruling dan piano dapat menghasilkan bunyi yang berbeda meskipun frekuensi dan amplitudonya sama.



Gambar 4. Pengaruh Amplitudo dan Frekuensi Terhadap Bunyi.

Gambar 4 menggambarkan amplitudo dan frekuensi yang dimiliki oleh sumber bunyi A dan B. Apabila dibandingkan amplitudonya, puncak gelombang sumber bunyi A lebih tinggi daripada sumber bunyi B sehingga dapat diartikan bahwa amplitudo A lebih kuat daripada

amplitudo B. Hal ini akan menjadikan sumber bunyi B terdengar lebih keras daripada sumber bunyi A. Sedangkan dalam hal frekuensi, bisa dilihat bahwa jumlah lembah dan bukit pada sumber bunyi B lebih banyak dari pada bunyi A dalam skala yang sama sehingga dapat diartikan bahwa sumber bunyi B memiliki frekuensi lebih tinggi daripada sumber bunyi A. Hal ini akan menjadikan sumber bunyi B memiliki nada yang lebih tinggi dan terdengar lebih nyaring daripada bunyi. Berdasarkan pernyataan diatas maka bisa diambil kesimpulan bahwa sumber bunyi B akan terdengar lebih keras dan lebih nyaring daripada sumber bunyi A.

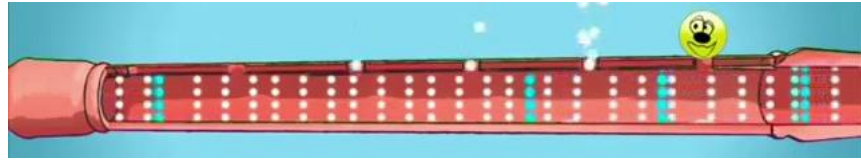
**b. Prinsip Pipa Organa**

Pipa organa adalah alat yang menggunakan kolom udara sebagai sumber bunyi. Berbagai alat musik memanfaatkan sifat pipa organa dalam menghasilkan nada – nada. Seruling bambu merupakan salah satu instrumen yang memanfaatkan prinsip pipa organa. Setiap lubang pada seruling menghasilkan bunyi dengan nada yang berbeda-beda.



Gambar 5. Ilustrasi Rapatan-Rengangan Pada Nada Rendah

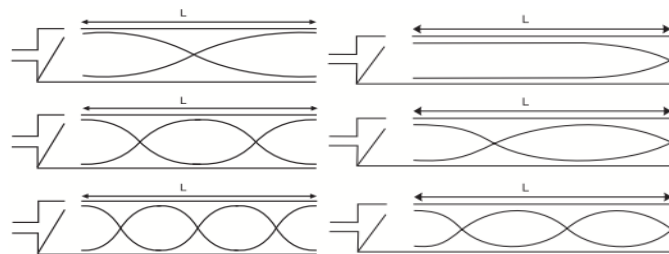
Ketika seluruh lubang jari pada seruling ditutup, maka udara didalam seruling tidak dapat bebas keluar sehingga jumlah udara di dalam seruling banyak dan kerapatan udaranya menjadi besar. Ketika udara digetarkan maka akan timbul bunyi dengan panjang gelombang yang panjang sehingga memiliki frekuensi rendah.



Gambar 6. Ilustrasi Rapatan-Renggangan Pada Nada Tinggi

Berbeda ketika lubang jari pada seruling dibuka, maka udara didalam seruling dapat lebih bebas keluar sehingga udara yang berada di dalam seruling lebih sedikit dan kerapatan udaranya menjadi lebih kecil. Ketika udara digetarkan maka akan timbul bunyi dengan panjang gelombang yang pendek sehingga memiliki frekuensi tinggi.

Terdapat 2 jenis pipa organa yaitu pipa organa terbuka dan tertutup. Pipa organa terbuka adalah pipa organa dengan ujung terbuka (berhubungan dengan udara luar) sehingga menghasilkan perut gelombang pada ujungnya. Contoh dari pipa organa terbuka antara lain seruling, terompet, pipa pan, dll. Pipa organa tertutup memiliki ujung tertutup yang membuat udara tidak bebas bergerak, sehingga pada ujung pipa selalu terjadi simpul. Contoh dari pipa tertutup yaitu pada alat musik klarinet, botol, dll. Tiga keadaan resonansi dalam pipa organa yaitu:



Gambar 7. Pola Gelombang Tiga Keadaan Resonansi Pada Pipa Organa

Tabel 4. Persamaan Pada Pipa Organa

|  | PO<br>Terbuka                                  | PO<br>Tertutup                                   |
|--|--|--|
| Panjang gelombang                          | $\lambda = \frac{2L}{n+1}$                     | $\lambda = \frac{4L}{2n+1}$                      |
| Nada dasar ( $f_0$ ) harmonik pertama      | $f_0 = \frac{v}{2L}$                           | $f_0 = \frac{v}{4L}$                             |
| Nada atas ke-n                             | $f_n = (n+1)f_0$<br>$= (n+1)\frac{v}{2L}$      | $f_n = (2n+1)f_0$<br>$= (2n+1)\frac{v}{4L}$      |
| Nada atas pertama ( $f_1$ ) harmonik kedua | $f_1 = (1+1)\frac{v}{2L}$<br>$= \frac{v}{L}$   | $f_1 = (2.1+1)\frac{v}{4L}$<br>$= \frac{3v}{4L}$ |
| Nada atas kedua ( $f_2$ ) harmonik ketiga  | $f_2 = (2+1)\frac{v}{2L}$<br>$= \frac{3v}{2L}$ | $f_2 = (2.2+1)\frac{v}{4L}$<br>$= \frac{5v}{4L}$ |
| $f_0 : f_1 : f_2 : f_n$                    | $1 : 2 : 3 : (n+1)$                            | $1 : 3 : 5 : (2n+1)$                             |
| Banyak perut                               | $P = n+2$                                      | $P = n+1$  |
| Banyak simpul                              | $S = n+1$                                      | $S = n+1$  |

Keterangan :  $f$  = frekuensi       $L$  = panjang kolom udara  
 $\lambda$  = panjang gelombang       $n = 0, 1, 2, 3, \dots$   
 $P$  = perut gelombang       $S$  = simpul gelombang

Pada prinsip pipa organa, panjang kolom udara berbanding terbalik dengan nada yang dihasilkan. Panjang kolom udara pada seruling adalah jarak labium dengan lubang seruling yang terbuka. Dengan demikian jarak lubang yang lebih pendek akan memiliki panjang kolom udara yang lebih pendek pula sehingga menghasilkan nada yang lebih tinggi. Sebaliknya semakin jauh jarak lubangnya maka panjang kolom udara akan semakin panjang pula sehingga menghasilkan nada yang lebih rendah.

### c. Taraf Intensitas

Ketika meniup seruling kita bisa mengatur bunyi seruling supaya terdengar pelan atau keras. Pelan dan kerasnya suatu bunyi berhubungan dengan intensitas. Intensitas adalah energi yang ditransmisikan pada suatu luasan tiap detiknya. Suatu bunyi dapat didengar apabila intensitasnya berada pada jangkauan pendengaran. Secara matematis, intensitas dirumuskan sebagai berikut.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (1)$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \quad (2)$$

Keterangan:  $I$  = intensitas ( $\text{watt/m}^2$ )  
 $A$  = luas bidang bola ( $\text{m}^2$ )  
 $P$  = daya (W)  
 $R$  = Jarak (m)

Intensitas bunyi yang terdengar dipengaruhi oleh jarak antara pendengar dan sumber bunyi. Nilai intensitas berbanding terbalik dengan jarak, sehingga apabila jarak pendengar semakin jauh maka intensitas yang terdengar semakin kecil. Oleh karenanya untuk memperoleh suatu penataan suara yang baik biasanya pengeras suara tidak hanya diletakkan di depan penonton namun juga dari belakang.

Intensitas terendah dari suatu gelombang bunyi yang masih dapat didengar oleh manusia adalah  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ . Nilai ini menjadi batas rendah ambang pendengaran manusia. Intensitas yang didengar kemudian dinyatakan sebagai taraf intensitas, yang merupakan fungsi logaritma dari perbandingan antara intensitas sumber bunyi terhadap intensitas ambang

pendengaran manusia. Berbagai contoh sumber bunyi dalam kehidupan sehari-hari dan nilai taraf intensitasnya disajikan pada Tabel 5. Persamaan taraf intensitas dirumuskan sebagai berikut.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (3)$$

$$TI_n = TI_1 + 10 \log(n) \quad (4)$$

**Keterangan**

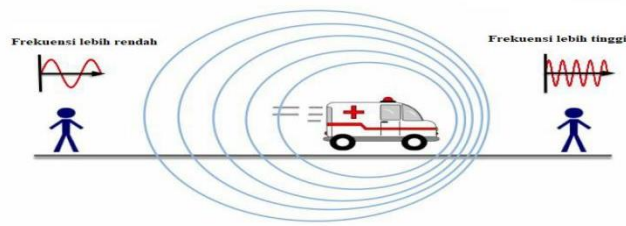
- $TI$  = taraf intensitas (dB);
- $I$  = intensitas gelombang bunyi ( $\text{W/m}^2$ )
- $I_0$  = intensitas ambang pendengaran ( $10^{-12} \text{ W/m}^2$ )
- $TI_n$  = taraf intensitas n sumber bunyi (dB);
- $TI_1$  = taraf intensitas 1 sumber bunyi (dB);
- $n$  = banyaknya sumber bunyi;

Tabel 5. Contoh Taraf Intensitas Bunyi

| TI (dB) | Sumber Bunyi                    | TI (dB) | Sumber Bunyi                 |
|---------|---------------------------------|---------|------------------------------|
| 120     | Ambang sakit, Guntur            | 60      | Percakapan normal            |
| 110     | Konser, teriakan anak kecil     | 50      | Keheningan kantor, gerimis   |
| 100     | Sepeda motor, pengering         | 40      | Perpustakaan, kicauan burung |
| 90      | Truk diesel                     | 30      | Bisik-bisik                  |
| 80      | Musik keras, alarm jam          | 20      | Suara daun                   |
| 70      | Keramaian jalan, penghisap debu | 10      | Nafas                        |

**d. Efek Doppler**

Efek Doppler adalah peristiwa dimana adanya perubahan frekuensi yang di dengar oleh pendengar terhadap sumber sebagai akibat dari adanya pergerakan dan kecepatan. Seruling bambu yang dibunyikan sambil bergerak juga akan mengalami efek doopler, yang mana frekuensi bunyinya berubah sesuai pergerakan dan kecepatannya.



Gambar 8. Persebaran Bunyi Pada Efek Doppler

Pada keadaan normal (diam) maka energi bunyi akan tersebar ke segala arah dengan sama besar. Berbeda dengan kondisi ketika sumber bunyi bergerak, pada Gambar 7 diilustrasikan ambulans bergerak ke kanan sehingga muka gelombang di depan ambulans digambarkan lebih rapat karena adanya kompresi energi bunyi. Hal ini menyebabkan frekuensi bunyi di depan ambulans menjadi lebih tinggi dan panjang gelombangnya lebih pendek dari pada sumber asli.

Sebaliknya muka gelombang di belakang mobil digambarkan lebih renggang karena sumber bunyi yang bergerak menjauh, sehingga frekuensi bunyi di belakang ambulans menjadi lebih rendah dan panjang gelombangnya lebih panjang. Secara matematis efek doppler dirumuskan sebagai berikut:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s \quad (5)$$

Keterangan:

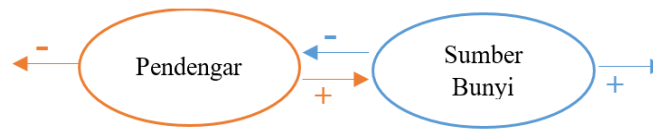
$f_p$  = frekuensi pendengar (Hz)

$f_s$  = frekuensi sumber bunyi (Hz)

$v_p$  = kecepatan pendengar (m/s)

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





Gambar 9. Diagram Efek Doppler

Aturan penulisan kecepatan:

- $v_p$  bernilai positif jika pendengar bergerak mendekati sumber bunyi dan sebaliknya bernilai negatif jika pendengar bergerak menjauhi sumber bunyi.
- $v_s$  bernilai positif jika sumber bunyi menjauhi pendengar dan sebaliknya bernilai negatif jika sumber bunyi bergerak mendekati pendengar.

#### e. Ultrasonik

Bunyi dengan frekuensi tinggi (ultrasonik) banyak dimanfaatkan dalam bidang industri dan kesehatan. Bunyi dengan frekuensi tinggi memiliki tingkat akurasi yang tinggi namun daya tembusnya (penetrasi) lebih rendah, sebaliknya frekuensi lebih rendah memiliki penetrasi lebih baik namun akurasinya rendah. Beberapa pemanfaatan ultrasonik dalam kehidupan manusia diantaranya:

##### 1. Bidang Kesehatan

Sebagai alat Ultrasonography (USG) yang berfungsi untuk melihat organ-organ tubuh bagian dalam, kardiografi berguna untuk

memantau kerja jantung saat beraktivitas, operasi untuk menghancurkan tumor, batu ginjal, dan katarak.

## 2. Bidang Pertahanan dan Kelautan

Alat sonar yaitu alat yang berfungsi untuk mendeteksi benda – benda dengan meniru mekanisme ekolokasi yang dimiliki oleh kelelawar dan paus. Pemanfaatan teknologi sonar diantaranya yaitu untuk memburu kapal selam atau kapal musuh, mendeteksi ranjau, pencarian bawah air, pemetaan dasar laut, pencarian daerah yang terdapat banyak ikan.

## 3. Industri

Dalam industri gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk membuat campuran yang homogen, membersihkan benda yang kecil yang susah dijangkau, mensterilisasi pengawetan makanan dalam kaleng, dan memeriksa retakan atau kecacatan pada produk.

### **f. Kebisingan**

Bunyi yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu kehidupan manusia atau hewan dinamakan bising (*noise*). Kebisingan dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti transportasi, suara mesin pabrik, suara petasan / ledakan, suara musik yang terlalu keras, dsb. Bising dapat membahayakan kesehatan apabila terjadi dengan intensitas yang tinggi dan jangka waktu yang terus - menerus. Batas aman paparan bising di industri adalah 85dB/8 jam setiap harinya. Beberapa dampak dari adanya kebisingan antara lain:

1. Menyebabkan gangguan kesehatan seperti gangguan pendengaran dan hipertensi.
2. Mengganggu psikologi, menimbulkan stress dan mudah lelah.
3. Mengganggu proses komunikasi dan konsentrasi seperti pada sekolah yang dekat jalan raya atau bandara.
4. Kebisingan laut karena banyaknya paparan SONAR membuat ikan Paus mati terdampar.

Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kebisingan diantaranya yaitu:

1. Memakai penutup telinga (*earplug*) bagi para pekerja di industri.
2. Memasang peredam bunyi (*noise barrier*) pada sumber bunyi atau disekitar lokasi sumber bunyi seperti karpet, pagar, spons yang dapat menyerap bunyi.
3. Mengatur jarak minimal pusat transportasi dengan pemukiman terutama sekolah dan rumah sakit.
4. Mengatur jam kerja dan zona tenang di industri, sekolah, dan rumah sakit.

Menanam banyak pohon di sepanjang jalan raya, tanaman dapat menyerap bunyi sehingga mengurangi paparan bising

## **B. Kajian Penelitian yang Relevan**

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini antara lain:

1. Penelitian pengembangan yang dilakukan oleh Enggar Pamulasari yang mengembangkan model pembelajaran *outdoor learning* melalui *fieldwork*

pada materi fluida dinamis. Berdasarkan data penelitian didapatkan hasil bahwa semua perangkat pembelajaran layak untuk digunakan sehingga dapat mencapai kompetensi inti pada pembelajaran fluida dinamik. Model pembelajaran ini dapat meningkatkan kompetensi inti peserta didik yaitu sikap spiritual sebesar 98%, sikap sosial sebesar 92%, pemahaman konsep sebesar 78% , dan keterampilan sebesar 92,5%.

2. Penelitian untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah melalui model *project based learning* dilakukan oleh Voroshilov (2018). Penelitian yang dilakukan adalah *one group pretest – posttest*. Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah peserta didik lebih baik daripada sebelum menjalani penerapan model *project based learning*.
3. Sulistiyono (2017) pada penelitiannya menerangkan bahwa meningkatkan aktifitas peserta didik melalui kegiatan eksperimen yang dipandu menggunakan LKS dapat meningkatkan keterampilan proses peserta didik dengan signifikan. Keterampilan proses yang diukur yaitu kemampuan untuk menyusun hipotesis, mengidentifikasi variabel, mengisi tabel, membuat grafik, menganalisa data, dan membuat kesimpulan dengan pencapaian peningkatan berturut-turut yaitu 92%, 93%, 80%, 90%, 78%, dan 78%.
4. Adawiyah et al. (2019) mengembangkan *e-book* fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif pada materi dinamika rotasi. Penelitian merupakan kuasi eksperimen dengan pengujian pretest-posttest. Indikator

kegiatan yang digunakan mengacu pada Torrey yang terdiri atas *fluency*, *originality*, *flexibility*, dan *elaboration*. Berdasarkan nilai gain diperoleh bahwa aspek *fluency* meningkat dengan kategori tinggi, namun aspek yang lain hanya mengalami peningkatan dengan kategori menengah.

Penelitian di atas menunjukkan bahwa menggunakan media pembelajaran dengan proyek, *outdoor learning*, dan *e-book* dapat meningkatkan kreativitas peserta didik, dan perlunya untuk mengukur secara langsung tingkat keterampilan proses sains dari peserta didik. Berdasarkan hal tersebut maka muncullah ide untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis seruling bambu dengan model *outdoor learning* melalui proyek dan eksperimen untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik.

### **C. Kerangka Pikir**

Pengembangan *e-book* fisika berbasis *local wisdom* merupakan suatu bentuk upaya untuk mengintegrasikan teknologi dan kebudayaan lokal ke dalam proses pembelajaran. *E-book* yang dikembangkan berusaha untuk memanfaatkan teknologi secara maksimal dengan menjadikan *smartphone* bukan hanya sebagai media pembelajaran tapi juga sebagai alat ukur besaran fisika. Berbagai aplikasi dapat diunduh secara gratis di Playstore yang dapat menjadikan *smartphone* mampu menampilkan besaran-besaran fisika, diantaranya yaitu *Sound Meter* yang dapat digunakan mengukur taraf intensitas bunyi dan *Pitch Detector* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi frekuensi dari suatu sumber bunyi terukur.

*E-book* fisika ini dikembangkan pada materi pembelajaran gelombang bunyi dengan berbasis pada alat musik seruling bambu sebagai salah satu *local wisdom* di tanah Jawa. Pengintegrasian *local wisdom* dalam proses pembelajaran bertujuan untuk menghadirkan proses pembelajaran yang mampu memberikan penjelasan penerapan fisika secara lebih kontekstual, sehingga konsep fisika dapat lebih mudah dipelajari. Produk *e-book* fisika berbasis *local wisdom* ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik.

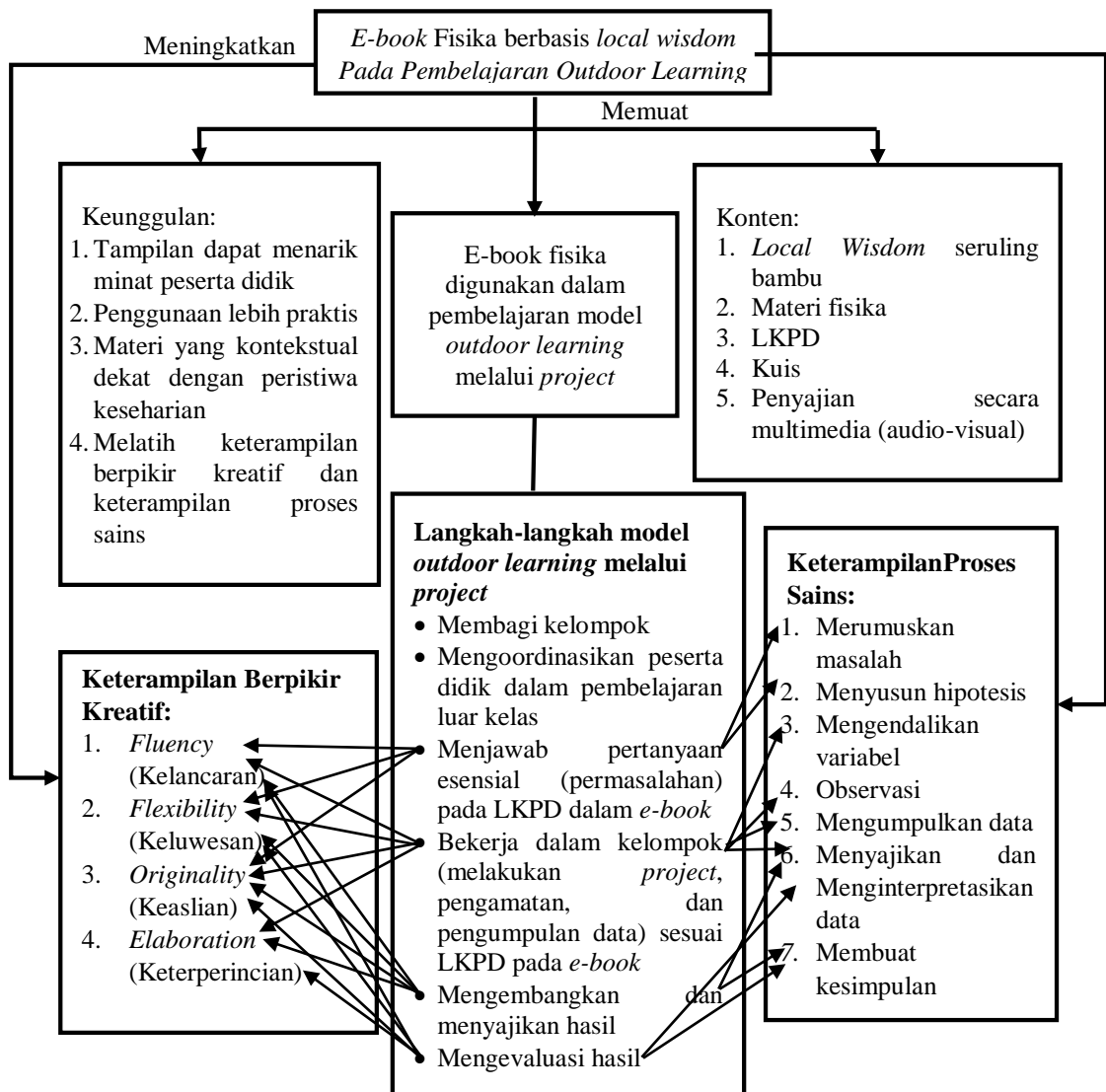
Pembelajaran yang kontekstual dan melibatkan interaksi kelompok dinilai penting guna melatih kreativitas dan keterampilan proses sains. Oleh karena itu, *e-book* ini dirancang dengan memuat materi dan kegiatan proyek yang disertai eksperimen kelompok mengenai gelombang bunyi. Peserta didik akan diberi proyek untuk mendesain alat musik seruling sehingga dapat membuktikan konsep pipa organa pada seruling bambu. Selain kegiatan proyek terdapat juga kegiatan eksperimen menggunakan seruling bambu yang berkaitan dengan konsep intensitas dan efek doppler. Modifikasi permasalahan pada kegiatan proyek dan eksperimen diterapkan pada *e-book* fisika berbasis *local wisdom* pada lembar kerja peserta didik dengan sintaks pembelajaran model *outdoor learning* melalui project berbasis *local wisdom*. Hal inilah yang menjadi peran khusus *local wisdom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses peserta didik.

Pada fase *essential question*, peserta didik diberikan permasalahan yang mengacu pada konsep gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari. Pada fase ini peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kemampuan *fluency* (kelancaran)

dan *flexibility* (keluwesan) dengan memberikan berbagai ide, menafsirkan gambar/grafik, dan memandang suatu permasalahan dari sudut pandang yang berbeda. Selain itu peserta didik juga akan belajar untuk mengidentifikasi masalah, menyusun hipotesis, dan mengidentifikasi variabel.

Pada fase *working in small group* maka peserta didik akan melaksanakan kegiatan proyek dan eksperimen yang dirancang sesuai dengan kearifan lokal seruling bambu. Pada fase ini peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kemampuan *originality* (keaslian) dan *elaboration* (keluwesan) dengan belajar menyelesaikan suatu permasalahan dengan langkah-langkah yang terperinci dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh. Selain itu peserta didik diharapkan dapat belajar untuk melakukan observasi, melakukan pengukuran, menginterpretasikan data, dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh.

Melalui pembelajaran menggunakan *e-book* fisika berbasis *local wisdom* diharapkan peserta didik dapat belajar secara mandiri sehingga guru hanya berperan sebagai fasilitator. *E-book* fisika yang dikembangkan harus bisa memfasilitasi semua indikator kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik. Kerangka berpikir dalam bentuk diagram disajikan pada Gambar 9.



Gambar 10. Alur Kerangka Berpikir

#### D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan pada Bab I, dapat dijabarkan dalam beberapa pertanyaan penelitian. Penjabaran meliputi beberapa hal sebagai berikut.



1. a. Bagaimana tingkat kelayakan *e-book* fisika berbasis *local wisdom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik berdasarkan penilaian para ahli?  
b. Bagaimana tingkat kelayakan *e-book* fisika berbasis *local wisdom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik berdasarkan respon siswa?
2. a. Apakah terdapat perbedaan dalam peningkatan skor pada kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains pada setiap kelompok?  
b. Apakah terdapat peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik setelah menggunakan *e-book* fisika berbasis *local wisdom* pada setiap kelompok?  
c. Seberapa tinggi tingkat efektivitas penerapan *e-book* fisika berbasis *local wisdom* terhadap kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains peserta didik berdasarkan nilai *Partial Eta Square*?