

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran Fisika

a. Teori-teori Pembelajaran

Suyono dan Hariyanto (2014: 9) mengungkapkan bahwa belajar termasuk proses untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, membentuk perilaku dan sikap, serta memperkuat kepribadian. Pembelajaran merupakan proses yang terjadi secara berulang melalui pengalaman untuk melahirkan pengetahuan. Sanjaya (2006: 57) mengungkapkan bahwa belajar termasuk perubahan tingkah laku meskipun perubahan tersebut sulit dilihat.

Pembelajaran merupakan proses perubahan pemahaman konsep terhadap suatu ilmu pengetahuan. Proses perubahan pemahaman konsep yang dimaksud merupakan satu kesatuan dari proses transfer, tingkat pemahaman, kemampuan meramalkan, menyelesaikan masalah dan proses menerjemahkan pengetahuan (Holme, Luxford, & Brandriet, 2015). Pembelajaran akan berhasil jika peserta didik mampu memahami konsep materi dengan baik (Georgiou & Sharma, 2015). Gagne dan Briggs (1979: 3) menjelaskan bahwa pembelajaran merupakan suatu proses yang memiliki tujuan dalam meningkatkan keinginan belajar peserta didik.

Undang-undang No 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional menuliskan bahwa pembelajaran memiliki suatu hubungan antara

pendidik dengan peserta didik dan bahan ajar. Sedangkan, Hamalik (2007) mengemukakan bahwa pembelajaran merupakan gabungan dari beberapa unsur material, manusiawi, fasilitas, dan perlengkapan, serta proses untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Teori-teori belajar dan bentuk penerapannya terdiri dari:

1) Teori Preskriptif dan Deskriptif

Teori preskriptif merupakan *goal oriented* (mencapai tujuan), sedangkan teori deskriptif merupakan *goal free* (memberikan hasil).

2) Teori Belajar Behavioristik

Interaksi antara stimulus dan respons menjadi proses perubahan sikap.

3) Teori Belajar Kognitivistik

Belajar melibatkan proses berpikir yang kompleks, tidak hanya hubungan stimulus dan respons.

4) Teori Belajar Humanistik

Peserta didik mampu mengambil keputusan sendiri dan bertanggungjawab atas keputusannya, karena diberi kebebasan untuk setiap individu.

5) Teori Belajar Konstruktivistik

Pengetahuan berada di dalam diri seseorang yang sedang mengetahui dan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari pendidik pada peserta didik.

(Siregar & Nara, 2010: 23-43).

Proses pembelajaran dalam penelitian ini mencakup beberapa teori dan lebih dominan ke teori konstruktivistik dan teori humanistik. Semua saling terkait, namun yang paling dominan adalah kedua teori tersebut.

Kegiatan peserta didik dalam mengerjakan soal, mengolah bahan, membuat simpulan, dan merumuskan rumusan dengan kalimat sendiri merupakan kegiatan yang diperlukan agar mereka dapat membangun pengetahuan sendiri. Belajar termasuk proses individual, tekanan juga diperlukan untuk pemahaman dan kemajuan masing-masing (Karwono & Mularsih, 2017: 115).

Teori humanistik merupakan kebebasan individu untuk memahami materi pembelajaran dalam mendapatkan informasi baru dengan cara belajar mandiri selama proses pembelajaran (Karwono & Mularsih, 2017: 143). Teori ini membantu peserta didik dalam memahami dan melakukan proses belajar lebih luas dan menentukan strategi belajar yang tepat secara sadar dan terarah (Siregar & Nara, 2011: 38).

Pengetahuan fisik adalah pengetahuan tentang benda-benda yang terdapat di luar dan belajar mengenai fakta yang ada di lingkungan (Dahar, 2011: 143). Beberapa penelitian pendidikan sains menjelaskan bahwa belajar sains adalah proses konstruktif yang menghendaki kontribusi aktif peserta didik (Dahar, 2011: 152).

Pembelajaran adalah hubungan antara pendidik dengan peserta didik di lingkungan belajar, baik di dalam maupun luar kelas dalam memenuhi tujuan pembelajaran. Jadi proses pembelajaran wajib didorong semua pihak, mencakup pendidik, peserta didik, dan lingkungan belajar.

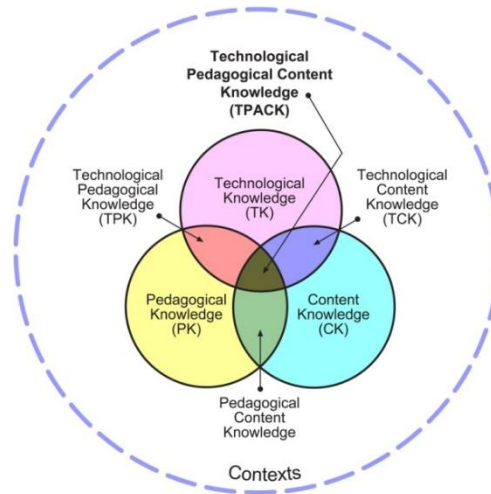
b. Fisika dan Pembelajarannya

Pembelajaran fisika mengharuskan peserta didik memahami konsep teori dan praktik. Hal ini sebagaimana hasil penelitian (Dyrberg, Treusch, Wiegand, Rahbek, Treusch, & Wiegand, 2016) yang menyatakan bahwa peserta didik secara signifikan merasa nyaman dalam mengoperasikan peralatan laboratorium. Tingkat pemahaman konseptual khususnya pembelajaran fisika, diwujudkan melalui cara menginterpretasikan masalah pembelajaran. Penginterpretasian masalah dalam pembelajaran fisika dapat dilakukan menggunakan simulasi, grafik, dan tutorial *worksheet* (Barniol & Zavala, 2016; Ferreira, Seyffert, & Lemmer, 2017; Smith, Thompson, & Mountcastle, 2013; Uddin, Ahsanuddin, & Khan, 2017).

Koh dan Chai (2014) mengungkapkan bahwa pengetahuan mengajar pendidik harus ditambah dengan teknologi, tidak hanya pengetahuan konten dan pedagogis saja. Media teknologi yang digunakan dengan benar akan membuat kegiatan belajar, proses memperoleh informasi dan pengetahuan lebih efisien dan efektif (Pribadi, 2017: 25). Pemanfaatan media pembelajaran akan mengajak peserta didik dalam pelaksanaan proses belajar (Pribadi, 2017: 26). Media gambar bisa dimanfaatkan untuk mempelajari pengetahuan yang bersifat abstrak seperti fisika (Pribadi, 2017: 23). Koh dan Chai (2014) juga menjelaskan kerangka kerja *Technology, Pedagogy, dan Content Knowledge*. TPACK memiliki tiga sumber utama pengetahuan integrasi TIK pendidik, antara lain (1) *Technology Knowledge* (TK) - pengetahuan tentang alat teknologi; (2) *Pedagogy Knowledge* (PK)

pengetahuan tentang metode pengajaran; dan (3) *Content Knowledge* (CK)

- pengetahuan tentang materi pelajaran.



Gambar 1. Diagram TPACK

(Koehler & Mishra, 2009). Apa itu pengetahuan konten pedagogi teknologi? Isu Kontemporer dalam Teknologi dan Pendidikan Guru

Fisika merupakan proses pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan pemahaman prinsip, konsep, maupun hukum-hukum sehingga dapat menyelesaikan berbagai masalah yang dihadapi. Proses pembelajaran fisika harus menerapkan metode atau strategi pembelajaran yang efektif agar mencapai tujuan belajar yang diinginkan. Pendidik harus bisa mengkolaborasikan antara *Technology, Pedagogy, And Content Knowledge* (TPACK).

c. Konsep Fisika

Fisika merupakan pembelajaran yang penting dalam berbagai profesi dan bidang tanpa memandang *gender* dengan harapan mampu digunakan untuk menyelesaikan masalah masyarakat modern (Baran, 2016; Bates,

Donnelly, Macphee, Sands, Birch, & Walet 2013). Fisika juga merupakan bagian dari ilmu sains, Collette dan Chiappetta (1994: 33-34, 312) menjelaskan bahwa “sains merupakan sekumpulan ilmu pengetahuan (*a body of knowledge*), cara penyelidikan (*a way of investigating*), dan cara berpikir (*a way of thinking*).

Fisika adalah sekumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis untuk mendukung peserta didik dalam mengembangkan pemahaman konsep, kebiasaan berpikir, dan mengatasi berbagai macam masalah yang dihadapi.

2. Representasi Matematis

a. Representasi

Rizky, Tomo, dan Tms (2014) menjelaskan bahwa mata pelajaran fisika mengandung konsep-konsep yang dapat direpresentasikan ke dalam bentuk representasi verbal, fisis, gambar, dan matematis. Sedangkan, Leigh, (2004) menyatakan bahwa penyelesaian masalah fisika perlu penerjemahan secara berurutan dimulai dari deskripsi masalah secara verbal, dipindahkan ke bentuk gambar dan representasi diagram, serta diakhiri dengan rumus matematis yang digunakan untuk menentukan jawaban menggunakan angka. Urutan tersebut yang dinamakan *multiple representation* yang mencakup representasi verbal, gambar (diagram), fisis, dan matematis.

Representasi merupakan salah satu komponen untuk mencapai tujuan pembelajaran. Representasi merupakan bagian dari pengetahuan peserta didik, untuk memahami materi peserta didik dapat menggunakan satu jenis

representasi (McDonald, Warren, & Devries, 2011). Representasi merupakan bentuk kritis dari matematis terutama sebagai penghubung dengan representasi lainnya (Watson, Jones, & Pratt, 2013)

Docktor dan Mestre (2014) menyatakan bahwa istilah representasi memiliki banyak interpretasi dan merujuk hanya pada deskripsi eksternal konkrit yang digunakan oleh seorang pemecah masalah. Beberapa contoh termasuk gambar atau sketsa, deskripsi spesifik fisika misalnya, diagram benda bebas, diagram wilayah garis, diagram sinar, atau diagram energi pada grafik, peta konsep, grafik, dan persamaan atau notasi simbolik. Beberapa peneliti melanjutkan untuk membuat perbedaan antara representasi umum dan khusus fisika. Reif dan Heller, (1982) menyarankan bahwa deskripsi dasar mencakup langkah-langkah awal yang diambil untuk memahami masalah, seperti memperkenalkan notasi simbolik dan meringkas informasi masalah secara lisan atau bergambar. Hal tersebut dipisahkan dari deskripsi teoritis yang menentukan sistem dan interaksi untuk objek menggunakan konsep-konsep fisika, seperti menggambarkan gerakan dengan kecepatan, dan percepatan atau menggambarkan interaksi dengan vektor gaya. Docktor dan Mestre (2014) menyatakan bahwa format representasional dapat mempengaruhi kinerja. Format yang diuji ada empat, meliputi verbal, diagram atau gambar, matematika atau simbolis, dan grafis. Representasi matematika lebih buruk daripada representasi lain meskipun preferensi peserta didik untuk pertanyaan perhitungan yang diuraikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kesesuaian Keterampilan Berpikir dengan setiap Jenis Representasi

No	Jenis Representasi	Jenis keterampilan berpikir fisika
1	Verbal	<i>Evaluating; Generating Ideas; Making Inferences; Making Hypotheses</i>
2	Gambar	-----
3	Fisis	<i>Attributing; Comparing and Contrasting; Grouping and Classifying; Detecting Bias; Evaluating; Relating; Synthesising; and Making Analogies</i>
4	Matematis	<i>Analysing "data"</i>

(Wilujeng: 2015)

Tabel 2. Kesesuaian Keterampilan Generik Sains dengan Setiap Jenis Representasi

No	Jenis Representasi	Jenis Keterampilan Generik Fisika
1	Verbal	Konsistensi logis; hukum sebab akibat; membangun konsep
2	Gambar	Abstraksi (membuat animasi-animasi visual dari peristiwa mikroskopik);
3	Fisis	Pengamatan tidak langsung dan langsung;
4	Matematis	Bahasa simbolik (simbol, lambang, istilah, makna kuantitatif dan besaran dalam persamaan); kesadaran tentang skala (peka pada skala numerik sebagai besaran skala makroskopis atau mikroskopis); pemodelan matematika

(Wilujeng: 2015)

Pellathy (2009: 6) menjelaskan bahwa representasi merupakan non-verbal, diagram statis, gambar, dan ekspresi matematis yang secara eksplisit menyediakan informasi mengenai komponen-komponen suatu permasalahan. Abdurrahman, Liliyasi, Rusli, dan Waldrip (2011) menjelaskan bahwa calon pendidik disuguhkan suatu contoh konkret pembelajaran berbasis multirepresentasi. Pendidik dituntut mempersiapkan, melaksanakan, dan mengakses pembelajaran fisika yang menarik dan efektif. Pendidik juga diharapkan mengaktifkan semua potensi belajar peserta didik, melibatkan semua media dan sumber pembelajaran, lingkungan belajar yang komunikatif, membangkitkan kreativitas, dan menyenangkan.

Representasi merupakan bagian dari kemampuan *multiple representation* yang secara eksplisit menyediakan informasi mengenai komponen-komponen suatu permasalahan. *Multiple representation* meliputi kemampuan representasi gambar atau diagram, grafik, matematis atau simbolis, dan verbal.

b. Representasi Matematis

Representasi matematis merupakan suatu konsep atau proses fisika yang disajikan ke dalam persamaan matematis. Representasi matematis biasanya terletak diakhir, karena berfungsi untuk menentukan hasil akhir suatu proses fisika (Leigh, 2004). Matematika dan persamaan sering disebut sebagai bahasa fisika. Wilayah studi ini mengidentifikasi kesulitan peserta didik yang umum terkait dengan keterampilan matematika yang dibutuhkan untuk masalah fisika dan menjelaskan bagaimana persamaan digunakan secara berbeda dalam konteks fisika dibandingkan dengan matematika (Docktor & Mestre, 2014).

Representasi matematis memiliki 2 kemampuan utama, yaitu: berpikir aritmatika lebih fokus pada konsep dan berpikir aljabar yang fokus pada prosedur/cara (Human, Hofmeyr, Human, Makae, & Koersveld, 2010). Kemampuan matematis yang dibutuhkan dalam inkuiri, meliputi: memecahkan permasalahan dengan perhitungan yang tepat dan mengubah data analisis ke konsep (Maliyah, Sunarno, & Suparmi, 2012). Fenomena fisis dapat dijelaskan menggunakan representasi matematis dengan angka, grafik, dan formula. Proses pembelajaran inkuiri dapat digunakan untuk

kemampuan representasi matematis dan pemecahan masalah (Park & Choi, 2013).

Jaccard dan Jacoby (2010: 193) mengungkapkan bahwa kemampuan representasi matematis merupakan kemampuan memodifikasi dan mengkombinasikan fungsi atau persamaan matematis. Namun, Muschla, Muschla, dan Muschla (2011) menjelaskan bahwa representasi matematis seperti formula, angka, dan grafik adalah suatu komponen yang tidak dapat terpisah dari sains yang digunakan untuk menjelaskan pengetahuan atau fenomena fisis terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator-indikator Representasi Matematis

No	Aspek	Indikator
1	Persamaan matematis	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat persamaan dari representasi lainnya • Menyelesaikan permasalahan fisika menggunakan persamaan matematis
2	Teks tertulis	<ul style="list-style-type: none"> • Menulis tahapan penyelesaian masalah matematis dengan kalimat • Membuat sebuah masalah dengan data matematis yang diberikan.

Indikator representasi matematis yang dijadikan acuan keberhasilan dalam penelitian menurut NCTM (2004: 21) diantaranya (1) memakai representasi (visual, verbal, dan simbolik) guna menjelaskan fenomena sosial, fisik, dan matematis, (2) menyusun dan memakai representasi (visual, simbolik, dan verbal) guna mengatur dan mengkomunikasikan ide matematis, serta (3) memilih, menerjemahkan, serta menerapkan (visual, verbal, dan simbolik) matematis untuk memecahkan masalah. Jonassen (2011) menjelaskan bahwa peserta didik tingkat SMA/ sederajat dapat memecahkan permasalahan dengan menggunakan persamaan matematis.

Hand dan Mcdermott (2016) mengungkapkan bahwa peserta didik akan lebih kritis dalam mengevaluasi sebuah permasalahan jika memiliki kemampuan representasi matematis.

Representasi matematis berfungsi sebagai pedoman dalam penyusunan persamaan, namun untuk peserta didik yang “kurang” dalam menyelesaikan masalah hanya melatih kemampuan representasi matematis saja (Cartrette & Bodner, 2010). Ramdani (2012: 46) menyatakan bahwa representasi matematis, yaitu: (1) objek nyata dalam diagram, gambar atau model matematis dapat direpresentasikan, (2) situasi, ide, dan hubungan matematika yang tertulis dalam tabel, diagram, gambar, ataupun grafik dapat dijelaskan, (3) peristiwa yang nyata dalam simbol matematika atau bahasa dapat dijelaskan, dan (4) representasi matematis dapat diubah ke bentuk representasi matematis lainnya.

Representasi matematis merupakan kemampuan untuk menerjemahkan konsep fisika dalam bentuk formulasi matematis untuk memecahkan permasalahan. Representasi matematis membutuhkan perhitungan sebagai sarana penyelesaian masalah. Aspek representasi matematis yang digunakan, meliputi: persamaan matematis dan teks tertulis. Indikator representasi matematis yang digunakan terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator Representasi Matematis

Ramdani (2012)	NCTM (2004)	Wilujeng (2015)	Muschla, Muschla, dan Muschla (2011)						
<ul style="list-style-type: none"> • objek nyata dalam diagram, gambar atau model matematis dapat direpresentasikan • situasi, ide, dan hubungan matematika yang tertulis dalam tabel, diagram, gambar, ataupun grafik dapat dijelaskan, • peristiwa yang nyata dalam simbol matematika atau bahasa dapat dijelaskan, • representasi matematis dapat diubah ke bentuk representasi matematis lainnya 	<ul style="list-style-type: none"> • memakai representasi (visual, verbal, dan simbolik) guna menjelaskan fenomena sosial, fisik, dan matematis, • menyusun dan memakai representasi (visual, simbolik, dan verbal) guna mengatur dan mengkomunikasikan ide matematis, • memilih, menerjemahkan, serta menerapkan (visual, verbal, dan simbolik) matematis untuk memecahkan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahasa simbolik (simbol, lambang, istilah, makna kuantitatif dan besaran dalam persamaan) • kesadaran tentang skala (peka pada skala numerik sebagai besaran skala makroskopis atau mikroskopis) • pemodelan matematika 	<ul style="list-style-type: none"> • Persamaan Matematis <ul style="list-style-type: none"> ○ Membuat persamaan dari representasi lainnya ○ Menyelesaikan permasalahan fisika menggunakan persamaan matematis • Teks Tertulis <ul style="list-style-type: none"> ○ Menulis tahapan penyelesaian masalah matematis dengan kalimat ○ Membuat sebuah masalah dengan data matematis yang diberikan. 						
<p>Sintesis:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Aspek</th> <th>Indikator</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Persamaan matematis</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat persamaan dari representasi lain yang diberikan • Menyelesaikan permasalahan fisika dengan menggunakan persamaan matematis </td> </tr> <tr> <td>Teks tertulis</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Menulis tahapan penyelesaian masalah matematis dengan kalimat • Menjelaskan situasi masalah berdasarkan data matematis pada gambar, tabel, diagram, grafik, atau persamaan yang diberikan </td> </tr> </tbody> </table>				Aspek	Indikator	Persamaan matematis	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat persamaan dari representasi lain yang diberikan • Menyelesaikan permasalahan fisika dengan menggunakan persamaan matematis 	Teks tertulis	<ul style="list-style-type: none"> • Menulis tahapan penyelesaian masalah matematis dengan kalimat • Menjelaskan situasi masalah berdasarkan data matematis pada gambar, tabel, diagram, grafik, atau persamaan yang diberikan
Aspek	Indikator								
Persamaan matematis	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat persamaan dari representasi lain yang diberikan • Menyelesaikan permasalahan fisika dengan menggunakan persamaan matematis 								
Teks tertulis	<ul style="list-style-type: none"> • Menulis tahapan penyelesaian masalah matematis dengan kalimat • Menjelaskan situasi masalah berdasarkan data matematis pada gambar, tabel, diagram, grafik, atau persamaan yang diberikan 								

3. Berpikir Kreatif/Kreativitas

Fitriani *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa kreativitas adalah permasalahan yang dapat diselesaikan oleh kemampuan dari pengetahuan

yang dimiliki untuk menemukan kemungkinan jawaban terhadap suatu masalah, menggunakan alat ukur kreativitas, yaitu tes kreativitas verbal dan figural. Sedangkan, Ülger, (2016) menyatakan bahwa kreativitas meliputi linguistik, matematis, musikal, spasial, interpersonal, kinestetik yang dikonstruksikan secara kompleks dan sering diekspresikan melalui berbagai kecerdasan. Munandar (2014) mengungkapkan aspek yang digunakan dalam tes kreativitas meliputi kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), terperinci (*elaboration*). Aspek dan indikator berpikir kreatif terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Aspek Berpikir Kreatif

No	Aspek	Indikator
1	Kelancaran (<i>fluency</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kemampun untuk merumuskan ide dalam penyelesaian masalah ▪ Menjawab dengan tepat dalam menyelesaikan masalah
2	Keluwesan (<i>flexibility</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menafsirkan cerita, gambar atau masalah yang berbagai macam ▪ Memikirkan cara lain guna menyelesaikan permasalahan
3	Keaslian (<i>originality</i>)	Memikirkan masalah yang tidak terpikirkan orang lain
4	Keterperincian (<i>elaboration</i>)	Memperlihatkan kemampuan guna menyelesaikan masalah dengan melakukan tahapan secara mendetail

Sambada, (2012) mengungkapkan perbedaan kreativitas didasarkan pada kelancaran, keluwesan, dan kebaruan dalam pemecahan masalah matematis dan masalah yang sedang dihadapi. Kecerdasan dan kreativitas melibatkan proses yang berbeda dan unik, memberikan informasi yang lebih bernuansa tentang sifat hubungan antara dua konstruksi kompleks. Hal tersebut memeriksa proses kognitif individual dengan menggunakan metode statistik dan alat sains kognitif yang canggih. Proses berpikir kreatif

mempunyai banyak kesempatan untuk melanjutkan investigasi ketat mengenai peran faktor perbedaan individu. Wang (2012) mengatakan bahwa sikap positif terhadap membaca dan menulis berdampak pada kinerja kreatif dan jumlah jam yang dihabiskan untuk aktivitas membaca dan menulis yang berbeda dapat mempengaruhi pemikiran kreatif. Semakin banyak waktu yang dihabiskan untuk membaca atau menulis, baik di dalam maupun di luar kurikulum reguler, maka kinerja kreatif akan lebih tinggi.

Kapasitas dan kualitas kreativitas telah diidentifikasi oleh salah satu periset (Lin, 2011) dan strategi dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif anak-anak diusulkan untuk menciptakan lingkungan yang mendukung lingkungan pendidikan. Namun, ada sedikit retorika yang konsisten di antara wawasan dan strategi mengenai aspek-aspek yang berbeda dalam mendorong kreativitas. Bakir dan Öztekin (2014) mengungkapkan bahwa berpikir kreatif menjadi bagian penting di kehidupan sehari-hari. Individu kreatif dapat menangani masalah yang dihadapi dan membantu kemajuan masyarakat dengan penemuan baru dan unik. Pendidik memiliki peran besar dalam mendorong pemikiran kreatif. Sepanjang proses pendidikan, guru harus kreatif, terbuka terhadap ide-ide kreatif dan harus mendukung proses kreatif.

Individu yang dapat berpikir kreatif merupakan mereka yang mengetahui peristiwa dengan sudut pandang berbeda, dapat mempertanyakan, menganalisa, dan mensintesis. Keterampilan tersebut tidak hanya terdiri dari satu bakat, tetapi juga berbagai bakat. Kreativitas dalam pendidikan sains adalah menciptakan ide orisinal yang berkontribusi pada

informasi ilmiah, menyajikan berbagai eksperimen untuk memahami hukum alam, mengembangkan ide-ide ilmiah praktis di area khusus, mengembangkan desain untuk kegiatan ilmiah dan membuat rencana luar biasa (Kutlu & Gökdere, 2015). Berpikir kreatif dapat mengajak peserta didik untuk mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi tantangan dengan terorganisasi, merumuskan pertanyaan inovatif, dan merancang solusi orisinal. Peserta didik dapat memiliki kemampuan berpikir dengan jelas dan imajinatif, serta bermain logika (Johnson, 2002:183).

Newbill dan Baum (2012) menjelaskan bahwa guru dilibatkan dalam suatu proses membangun keterampilan kreatif peserta didik. Berpikir kreatif memiliki enam tahapan, yaitu: mengumpulkan fakta dan memeriksa ide, memandang secara terbuka, mengenali kekurangan, mengenali kelengkapan, memperoleh ide-ide baru, dan mengendalikan proses. Raiyn dan Tilchin, (2015) menyebutkan bahwa penilaian kreatif disediakan untuk peserta didik seperti untuk kelompok belajar. Keterampilan penilaian kreatif difokuskan pada orisinalitas, efisiensi, fleksibilitas, penemuan masalah, dan elaborasi.

Piirto (2011: 2-5) menjelaskan bahwa proses berpikir kreatif terdapat 3 bagian, yaitu: sikap individu terhadap kreativitas, memiliki inspirasi, wawasan, intuisi, perumpamaan, dan imajinasi, serta gaya kehidupan yang merupakan kreativitas individu. Coughlan (2007: 4) menrinci bahwa berpikir kreatif memiliki beberapa pendekatan, yaitu: mencari banyak ide, refleksi, ide-ide harus diterapkan. Namun, semua ide tidak bias diterapkan, hanya beberapa saja yang bisa. Sedangkan, Harlen dan Qualter (2004: 90)

mengungkapkan bahwa pendidik mengajarkan untuk keterbukaan pikiran, mendorong pertanyaan, berani ambil risiko, dan antusiasme dalam pembelajaran sains untuk mendukung kreativitas.

Kreativitas manusia dianggap sebagai salah satu kemampuan manusia yang paling tidak bisa dibedakan dan tidak dapat dengan mudah dicetak secara otomatis oleh komputer. Penilaian kreativitas dengan dan tanpa alat interaktif untuk menemukan persamaan dan perbedaan dalam kinerja peserta didik (Rosen & Mosharraf, 2014). Kreativitas merupakan karunia Allah tetapi dapat dikembangkan melalui pendekatan berpikir kreatif (Varzaneh & Baharlooie, 2015). Indikator kemampuan berpikir kreatif, meliputi: membangkitkan rasa ingin tahu, mengembangkan pengetahuan, perumusan masalah dan hipotesis serta menguji hipotesis (Liliasari & Tanwil, 2013). Subali (2013) menyebutkan tingkatan dalam kreativitas dari segi-kognitif, meliputi: kelancaran, orisinalitas, fleksibilitas, dan perluasan kognisi.

Indikator yang dipakai pengembangan produk berikut ini seperti terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Aspek dan Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Raiyn dan Tilchin, (2015)	Munandar (2014)	Kaufman (2008)	Sambada (2012)										
<ul style="list-style-type: none"> • efficiency (menghasilkan banyak ide), • problem finding (identifikasi masalah), • originality (menghasilkan ide yang tidak biasa), • flexibility (menghasilkan berbagai ide yang mencirikan pemahaman yang fleksibel), • elaboration (pengembangan ide) 	<ul style="list-style-type: none"> • kelancaran (<i>fluency</i>) <ul style="list-style-type: none"> ○ Kemampun untuk merumuskan ide dalam penyelesaian masalah ○ Menjawab dengan tepat dalam menyelesaikan masalah • keluwesan (<i>flexibility</i>) <ul style="list-style-type: none"> ○ Menafsirkan cerita, gambar atau masalah yang berbagai macam ○ Memikirkan cara lain guna menyelesaikan masalah • keaslian (<i>originality</i>) Memikirkan masalah yang tidak terpikirkan orang lain • terperinci (<i>elaboration</i>) Memperlihatkan kemampuan guna menyelesaikan masalah dengan melakukan tahapan secara mendetail 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fluency</i>: ide-ide yang diberikan berbeda setiap pemikiran • <i>Originality</i>: keunikan respon peserta didik • <i>Flexibility</i>: makna, penggunaan atau interpretasi sesuatu yang berubah • <i>Elaboration</i>: memberikan ide yang mendetail 	<ul style="list-style-type: none"> • kelancaran • keluwesan • keaslian • berpikir fleksibel • Memiliki semangat inkuiri 										
Sintesis: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Aspek</th> <th>Indikator</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Keaslian (<i>originality</i>)</td> <td>Menemukan masalah Fisika yang yang terdapat dikehidupan sehari-hari</td> </tr> <tr> <td>Kelancaran (<i>fluency</i>)</td> <td>menuliskan salah satu eksperimen untuk memahami teori fisika</td> </tr> <tr> <td>Keluwesan (<i>flexibility</i>)</td> <td>Menafsirkan gambar, cerita, atau masalah yang bermacam-macam</td> </tr> <tr> <td>Keterperincian (<i>elaboration</i>)</td> <td>Memperlihatkan kemampuan guna menyelesaikan masalah dengan melakukan tahapan secara mendetail</td> </tr> </tbody> </table>				Aspek	Indikator	Keaslian (<i>originality</i>)	Menemukan masalah Fisika yang yang terdapat dikehidupan sehari-hari	Kelancaran (<i>fluency</i>)	menuliskan salah satu eksperimen untuk memahami teori fisika	Keluwesan (<i>flexibility</i>)	Menafsirkan gambar, cerita, atau masalah yang bermacam-macam	Keterperincian (<i>elaboration</i>)	Memperlihatkan kemampuan guna menyelesaikan masalah dengan melakukan tahapan secara mendetail
Aspek	Indikator												
Keaslian (<i>originality</i>)	Menemukan masalah Fisika yang yang terdapat dikehidupan sehari-hari												
Kelancaran (<i>fluency</i>)	menuliskan salah satu eksperimen untuk memahami teori fisika												
Keluwesan (<i>flexibility</i>)	Menafsirkan gambar, cerita, atau masalah yang bermacam-macam												
Keterperincian (<i>elaboration</i>)	Memperlihatkan kemampuan guna menyelesaikan masalah dengan melakukan tahapan secara mendetail												

Berpikir kreatif merupakan cara untuk melihat dan memecahkan masalah dari perspektif yang berbeda, unik, menghindari solusi ortodoks, dan berpikir di luar hal yang biasa dilakukan. Aspek kemampuan berpikir kreatif yang akan diuraikan dan diterapkan dalam produk meliputi kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), terperinci (*elaboration*).

4. Media Komik Kearifan Lokal: Permainan Sulamanda berbantu

Android

a. Budaya Lokal

1) Kearifan Lokal

Fajarini (2014) menjelaskan bahwa setiap masyarakat memiliki kearifan lokal atau nilai budaya. Anwari, Nahdi, dan Sulistyowati (2016) membuktikan bahwa kearifan lokal sebagai produk pengetahuan lokal telah memberikan konteks lokal dalam pengembangan sains. Kearifan lokal penting untuk menghubungkan teori ilmiah dan kondisi lokal, maka sains bisa diakses oleh masyarakat. Kearifan lokal digunakan sebagai model pembelajaran sains untuk membangun pembelajaran yang bersifat kontekstual, sehingga proses pembelajaran menjadi bermanfaat dan lancar diakses peserta didik. Budaya lokal dalam pembelajaran fisika dapat mengubah pandangan fisika yang kaku menjadi “*science for the future*”, “*science for daily living*”, dan “*science for all*” (Pramadi *et al.*, 2013).

Program pendidikan dilembagakan disemua tingkat pendidikan untuk mengajarkan inti budaya dan metode pengajaran yang benar dalam menampilkan materi pengajaran dengan menggunakan pemikiran Nusantara, kearifan lokal, dan multikulturalisme (Meliono, 2011). Wagiran, (2012) mengungkapkan bahwa proses pembelajaran berkearifan lokal merupakan suatu proses pembelajaran mengajarkan peserta didik untuk memahami lingkungan. Kearifan lokal memiliki pilar-pilar pendidikan, meliputi (1) pendidikan wajib yang fokus pada kebenaran,

memiliki keluhuran budi, dan menjauhkan pada cara berpikir yang salah, (2) ranah moral dan spiritual (afektif) wajib dikembangkan dibidang pendidikan, dan (3) pendidikan berkarakter perlu mengembangkan sinergitas budaya, pendidikan, dan pariwisata.

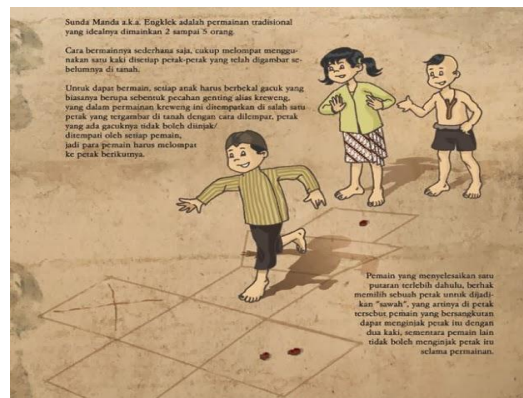
Kearifan lokal merupakan seperangkat prinsip dan nilai-nilai unik untuk suatu budaya atau sekelompok masyarakat, pada gilirannya akan menjadi universal. Kearifan lokal digunakan sebagai model pembelajaran fisika untuk membangun pembelajaran kontekstual.

2) Kearifan Lokal Permainan Sulamanda (Engklek)

Engklek disebut juga jlong jling, ingkling, sunda manda, dampu, atau lempeng termasuk permainan tradisional yang dapat ditemukan di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Bali, dan Sulawesi. Namun, di kecamatan Majenang, kabupaten Cilacap daerah tempat saya bermain sering disebut dengan sulamanda, dengklek, engklek, atau sondah. Permainan tradisional sulamanda dipercaya menyebar ke nusantara pada zaman kolonial dan memiliki nama asli dari Bahasa Belanda yaitu *Zondaag Maandag*.

Permainan tradisional sulamanda diyakini masuk Indonesia pada masa Belanda menjajah Indonesia. Bukti sejarah asli permainan belum diketahui sampai saat ini, sehingga masih sulit disimpulkan. Namun permainan ini termasuk populer pada masa perang dunia dikalangan anak perempuan Eropa. Ketika masa penjajahan Belanda banyak dijumpai anak perempuan Belanda bermain permainan tradisional sulamanda di Indonesia. Permainan sulamanda lebih sering dimainkan anak perempuan,

meskipun di beberapa kesempatan ternyata anak laki-laki turut bermain permainan tradisional sulamanda (Faruq, 2007). Contoh dari beberapa gambar permainan sulamanda terlampir pada Gambar 2 dan Gambar 3.



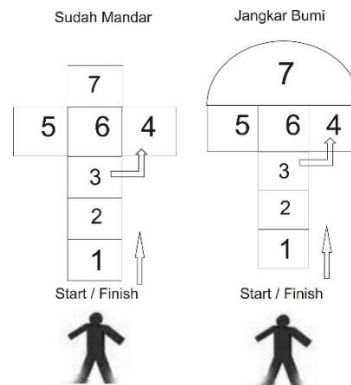
Gambar 2. Permainan Sulamanda/ Engklek (Sumber: <https://www.google.com>)



Gambar 3. Sampel Permainan Tradisional Sulamanda pada Lukisan Dolanan Engklek (1998) oleh Ahmad Su'udhi Pelukis Indonesia

Permainan sulamanda semakin dikenal anak kecil hingga remaja dan tetap bertahan di Indonesia setelah Indonesia merdeka dari penjajahan. Permainan sulamanda menjadi sangat dikenal dan tersebar di seluruh pelosok Indonesia. Bahkan hampir semua anak kecil dan remaja

mengetahui permainan ini. Petak permainan sulamanda terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Petak Permainan Sulamanda

(Sumber: <https://www.google.com>)

Nugrahastuti, Puspitaningtyas, Puspitasari, dan Salimi (2012) menyebutkan beberapa nilai yang terdapat dalam permainan sulamanda yaitu melatih ketangkasan, kedisiplinan, kesehatan, dan bersosialisi. Iswinarti (2010) menjelaskan permainan tradisional sulamanda memiliki nilai terapiutik yang terkandung, yaitu: (1) perkembangan fisik (2), mendeteksi dini untuk mengetahui anak yang bermasalah (3) kesehatan mental, (4) memecahkan masalah untuk dapat mentransfer nilai tersebut dalam kehidupan nyata, (5) keterampilan sosial yang bermanfaat untuk bekal dalam kehidupan nyata. Permainan tradisional sulamanda atau engklek menurut Iswinarti (2017) memiliki kandungan nilai-nilai *problem solving* yang terdiri dari mencari dan memahami masalah, mengatur langkah pemecahan masalah, dan mendalami solusi. Hasil ini dapat ditindaklanjuti dengan menyusun modul dan menerapkannya pada anak dalam rangka peningkatan kemampuan *problem solving* anak melalui permainan tradisional sulamanda.

Permainan sulamanda mempunyai nama lain sunda manda, engklek, dengklek, ingkling, lempeng, jlong jling, atau dampu. Permainan tersebut dapat ditemukan di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Bali. Permainan ini memiliki nilai-nilai terapiutik salah satunya adalah nilai *problem solving*. Nilai *problem solving* dapat dimanfaatkan untuk memecahkan masalah dan dapat ditransfer dalam kehidupan nyata. Nilai *problem solving* bisa diterapkan untuk memecahkan permasalahan fisika.

3) Konsep Fisika pada Permainan Sulamanda

Permainan sulamanda mengandung beberapa konsep fisika, diantaranya: Dinamika Gerak (gerak parabola dan perpindahan), Gelombang Bunyi, Kesetimbangan Benda Tegar (titik berat), serta Impuls dan Momentum. Konsep fisika yang diuraikan dan dijelaskan dalam produk komik yang dikembangkan yaitu Impuls dan Momentum. Berikut konsep fisika pada materi impuls dan momentum dan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1r Halaman 207.

a. Ketika gacu dalam kondisi diam atau bergerak (Momentum)

Ketika gacu bermassa m dalam kondisi diam ($v = 0$) atau bergerak ($v \neq 0$). Gacu memiliki momentum yang menunjukkan keadaan gerak gacu. Momentum merupakan ukuran kesukaran dalam memberhentikan gerak suatu benda. Momentum dipengaruhi oleh massa dan kecepatan, persamaan tersebut dapat ditulis seperti Persamaan 1.

$$p = mv \quad (i)$$

b. Ketika gacu bersentuhan dengan gacu lainnya atau petak permainan sulamanda dalam selang waktu tertentu (Impuls)

Gaya ketika gacu saling bersentuhan dengan gacu lain atau petak permainan sulamanda dalam selang waktu singkat. Pemain memberikan gaya impulsif rata – rata (F) terhadap gacu lain atau petak permainan dalam selang waktu singkat (Δt). Sehingga impuls dapat ditulis seperti Persamaan 2.

$$I = F\Delta t \quad (\text{ii})$$

Impuls sebanding dengan gaya impuls rata-rata dan selang waktu, makin besar gaya impuls rata – rata maka impuls semakin besar. Impuls juga merupakan perubahan dari momentum, dapat dilihat dari perubahan kecepatan gerak gacu. Rumus tersebut dapat ditulis seperti Persamaan 3.

$$I = \Delta p$$

$$I = m(v_2 - v_1) \quad (\text{iii})$$

c. Ketika terdapat gacu yang menumbuk gacu lainnya atau mengenai pemain lain (Tumbukan)

Ketika gacu mengenai gacu lain akan terjadi proses tumbukan antar gacu. Momentum selalu kekal selama tidak dipengaruhi gaya luar yang bekerja (gaya luar total nol) pada proses tumbukan apapun. Sehingga seperti ditulis pada Persamaan 4.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (\text{iv})$$

Misalnya gacu yang mengalami tumbukan memiliki jumlah momentum sama. Dalam proses tumbukan, tidak hanya kecepatan, massa masing-masing benda sebelum dan sesudah tumbukan juga dapat berubah. Contohnya, kedua gacu bergabung sesudah tumbukan, atau sesudah tumbukan ada gacu pecah.

Proses tumbukan terbagi menjadi 3 macam, yaitu:

- a) tumbukan lenting sempurna ($e = 1$),
- b) tumbukan lenting sebagian ($0 < e < 1$), dan
- c) tumbukan tidak lenting sama sekali ($e = 0$).

Dimana, e adalah nilai koefisien restitusi yang diperoleh dari Persamaan 5.

$$e = \frac{-(v'_1 - v'_2)}{v_1 - v_2} \quad (v)$$

(Abdullah, 2016: 435-451)

b. Media Komik Berbantu Andriod

1) Media

Sanjaya (2006) menyatakan bahwa televisi, radio, buku, koran, majalah, dan media lain termasuk alat dan bahan yang dimanfaatkan dalam tujuan suatu pendidikan. Media yang dimanfaatkan dalam bidang pendidikan disebut dengan media pembelajaran. Pribadi (2017: 25) menjelaskan bahwa media dapat dimanfaatkan untuk keperluan individu maupun kelompok dengan tujuan mendapatkan pengetahuan dan informasi, mendukung kegiatan pembelajaran, serta sarana persuasi dan motivasi. Gerlach dan Ely (1980: 244) mengungkapkan bahwa manusia,

peralatan, bahan, atau kegiatan yang dapat mengkondisikan peserta didik agar menerima sikap, pengetahuan, dan keterampilan termasuk media.

Media umumnya dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran yaitu menyajikan atau mempresentasikan pengetahuan dan informasi kepada kelompok maupun individu (Pribadi, 2017: 23). Media gambar memiliki peran untuk meminimalkan kesalahan interpretasi dalam mempelajari pengetahuan dan informasi yang bersifat abstrak seperti fisika (Pribadi, 2017: 23). Kartun dapat dimanfaatkan sebagai media komunikasi yang mudah untuk dipahami oleh setiap orang (Pribadi, 2017: 36).

Media dan teknologi termasuk komponen dalam proses pembelajaran. Komponen berbeda seperti metode dan materi juga difungsikan untuk menciptakan pembelajaran yang efisien, efektif, menarik, dan sukses (Pribadi, 2017: 230-231). Indikator pembuatan media mencakup beberapa aspek menurut Chen, Wei, dan Li, (2016), seperti terlampir pada Tabel 7.

Tabel 7. Indikator Pembuatan Media

Indikator	Definisi
Kemudahan penggunaan	Sejauh mana peserta didik percaya bahwa penggunaan media video simulasi bebas dari pengaruh fisik dan psikis.
Kegunaan	Sejauh mana peserta didik percaya bahwa penggunaan media video simulasi dapat meningkatkan kinerja belajar mereka.
Sikap	Tingkat perasaan positif atau negatif terhadap penggunaan media video simulasi dengan studinya.
Niat	Kekuatan niat untuk menggunakan media video simulasi untuk belajar.
Penggunaan sistem yang sebenarnya	Respons perilaku, diukur dengan tindakan peserta didik, seperti saat mereka menonton media video.

Pembuatan media mencakup beberapa variabel menurut Chen, Sivo, Seilhamer, Sugar, dan Mao, (2013), seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Konstruksi Variabel

Indikator	Definisi
Sumber yang dirasakan	Sejauh mana pengguna percaya bahwa sumber daya tersedia sebagai dukungan
Persepsi kemudahan penggunaan	Sejauh mana pengguna percaya bahwa penggunaan Pembelajaran Seluler bebas dari upaya mental dan fisik.
Kegunaan dirasakan	Sejauh mana pengguna percaya bahwa penggunaan Pembelajaran Seluler dapat meningkatkan kinerja belajar mereka.
Sikap	Tingkat perasaan positif atau negatif terhadap penggunaan Pembelajaran Seluler dengan studinya.
Niat Perilaku	Kekuatan niat untuk menggunakan Pembelajaran Seluler.
Penggunaan sistem yang sebenarnya	Respons perilaku, diukur dengan tindakan pengguna, seperti frekuensi penggunaan (<i>USE 1</i>) dan lamanya penggunaan (<i>USE 2</i>).

Media merupakan sarana utama komunikasi yang digunakan untuk mendapatkan pengetahuan dan informasi, mendukung kegiatan pembelajaran, serta sarana persuasi dan motivasi. Media dimanfaatkan sebagai alat pembelajaran untuk mendukung kegiatan pembelajarn dalam menyajikan informasi.

2) Komik

Widyastuti *et al.*, (2017) mengatakan bahwa komik adalah salah satu media yang biasa digunakan dikehidupan sehari-hari. Komik banyak digunakan sebagai fasilitas hiburan. komik adalah gambar dan alur cerita yang menarik, media yang mudah dimengerti, dan media yang digunakan untuk mempermudah peserta didik memahami teori yang sulit. Komik menjadi menarik untuk digunakan di dalam maupun di luar kelas. Proporsi antara gambar dan tulisan harus seimbang, peningkatan dalam hal

pewarnaan, dan penyesuaian konteks komik. Keberadaan karakter bertujuan untuk menghidupkan kembali atmosfer seperti komik pada umumnya. Karakter komik juga akan menyampaikan materi ajar kepada peserta didik. Sedangkan Özdemir, (2017) menyatakan komik tidak hanya difungsikan sebagai fasilitas hiburan, tapi juga digunakan dibidang pendidikan. Banyak orang dari semua budaya dan segala usia membaca komik yang merupakan salah satu media pembawa humor paling umum.

Guérin *et al.*, (2017) mengungkapkan bahwa buku komik adalah bentuk seni unik yang popularitasnya semakin meningkat sejak awal abad ke-19 sampai sekarang. Komik membawa warisan penting dan pada abad ke-9 menciptakan kode naratif sendiri, mencampur seperti tidak ada teks seni dan gambar lain untuk menceritakan sebuah cerita. Hill (2016:3) menjelaskan bahwa komik dapat dibaca oleh semua orang baik laki-laki dan perempuan, muda dan tua. Komik dapat menjadi hiburan dan pencerahan sastra bagi pembaca. Hanson *et al.*, (2017) menyatakan bahwa komik dapat digunakan anak usia 4-18 tahun di lingkungan sekolah. Komik merupakan sesuatu yang menyenangkan, mudah dibaca, dan memberikan informasi penting. Komik dapat dibaca dan diselesaikan dalam waktu kurang dari 11 menit untuk cerita yang singkat dan padat. Komik dimaksudkan untuk mendidik anak-anak. Fitur unik dari komik yaitu, seni sekuensial, hubungan spasial, metaphor visual, dan elemen narasi yang berupa cerita dan karakter dapat menyampaikan makna tambahan di luar informasi pembelajaran.

Buku komik secara fundamental adalah bentuk seni rupa dan grafis. Komik merupakan narasi visual untuk menciptakan dunia maya yang menceritakan sebuah cerita, menggambarkan prosedur, mengajarkan teori, menyajikan hipotesis, menjawab pertanyaan, serta melibatkan pembaca untuk masuk ke dalam cerita. Komik memiliki daya tarik bagi khalayak muda. Cerita pada buku teks tidak seperti komik. Komik memunculkan banyak perspektif, secara visual dan verbal, menerapkan awal, akhir, momen klimaks, dan titik fokus, serta kompleksitas cerita yang rumit. Sedangkan, buku teks tidak menggunakan simulasi realitas virtual dan powerpoint (Babaian & Chalian, 2014). Komik merupakan alat pendidikan yang baik untuk meningkatkan pengetahuan (Mendelson, Rabinowicz, Reis, Amarilyo, Harel, Hashkes, & Uziel, 2017).

Kim *et al.* (2017) menambahkan bahwa komik yang terdiri dari ilustrasi sederhana dan ringkas merupakan alat belajar yang unggul dibandingkan alat belajar yang lain. Kejelasan komik membantu menyampaikan pesan yang berdampak, terutama dengan cerita yang kuat. Pardimin dan Widodo (2017) menyebutkan beberapa aspek dari bagian komik, seperti struktur komik, konten, organisasi, presentasi, dan penulisan, serta bahasa dan keterbacaan. Sedangkan Saputro, (2015) menyatakan aspek dari pembuatan komik meliputi fisik, desain dan warna, materi, serta gambar dan tulisan.

Lin dan Lin (2016) menjelaskan bahwa buku komik memiliki fitur humor, naratif, dan representasi visual serta merupakan media potensial

untuk komunikasi sains. Lin, Lin, Lee, dan Yore (2015) menambahkan bahwa studi empiris yang mengeksplorasi efek komik sangat langka. Komik menunjukkan bahwa fitur yang menarik dalam pembelajaran adalah aspek kontekstual, novel, dan dapat dipahami dari komik. Bramlett, Cook, dan Meskin (2016: 363) mengungkapkan bahwa komik memudahkan pembaca untuk menambah kosa kata dan kelancaran dalam memahami bacaan dengan gambar. Kukkonen (2013: 4) menjelaskan bahwa komik menjadi media komunikasi dengan menyajikan gambar, kata-kata, dan urutan cerita. Saat ini komik tidak hanya mengandalkan teknologi cetak saja tetapi sudah terdapat komik digital juga. Sehingga seperti dijelaskan Uskov, Howlett, dan Jain, (2015: 438) komik digital dapat digunakan menjadi media pendidikan berdasarkan prinsip pedagogi dan dapat memotivasi peserta didik.

Komik merupakan salah satu media yang memiliki fitur humor serta dapat mengubah sains yang kaku menjadi sederhana. Komik banyak digunakan sebagai fasilitas hiburan dan tidak hanya difungsikan sebagai fasilitas hiburan, tapi juga digunakan di bidang pendidikan, salah satunya komik fisika.

3) *Smartphone (Android)*

Proses belajar mengajar tidak hanya berlaku bagi peserta didik dalam memanfaatkan informasi elektronik. Guru juga bisa memanfaatkan elektronik untuk kepentingan mengajar di kelas. Manfaat yang didapatkan guru, meliputi: (1) memperluas pengetahuan dasar guru, (2) pembelajaran

di kelas menjadi fleksibel dan dinamis, (3) bahan ajar yang terbatas dapat teratasi, (4) pengayaan dan kontribusi bahan ajar (Darmawan, 2016: 3). *Mobile learning* dapat meningkatkan kualitas belajar peserta didik dengan memberikan akses belajar berupa informasi konten/isi tanpa memperhatikan status sosial, tempat tinggal, dan kebudayaan (Crescente & Lee, 2011).

Aljomaa *et al.*, (2016) menyatakan urutan indeks kecanduan *smartphone* adalah sebagai berikut: penggunaan berlebihan *smartphone*, dimensi teknologi, dimensi sosial-psikologis, keasyikan dengan *smartphone*, dan dimensi kesehatan. Tan *et al.*, (2017) mengungkapkan bahwa aplikasi sosial *smartphone* menghubungkan orang secara langsung atau tidak langsung dan menganggap modal sosial diperoleh melalui penggunaan aplikasi sosial *smartphone* yang berkontribusi pada kepribadian aplikasi *smartphone*.

Smartphone merupakan alat komunikasi elektronik yang sangat populer dikalangan remaja. *Smartphone* tidak hanya dimanfaatkan sebagai alat hiburan saja, namun dapat digunakan sebagai sumber belajar di dalam maupun luar kelas saat kegiatan pembelajaran. Android merupakan bagian dari *smartphone*.

Media komik kearifan lokal: permainan sulamanda berbantu android merupakan sarana pembelajaran yang dapat mengubah sains kaku menjadi sederhana dengan menerapkan seperangkat prinsip dan nilai-nilai unik permainan sulamanda yang sudah hampir hilang di sekelompok masyarakat.

Permainan sulamanda mengandung nilai *problem solving* yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan fisika. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran fisika untuk membangun pembelajaran kontekstual. Aspek yang akan dilakukan dalam pembuatan media komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantu android, meliputi: persepsi kemudahan penggunaan, kegunaan yang dirasakan, sikap, niat perilaku, penggunaan sistem yang sebenarnya. Sedangkan Isi dari komik itu sendiri akan memperhatikan desain komik, kualitas visual, konten, organisasi, Bahasa, dan keterbacaan, presentasi, serta cakupan materi. Indikator media komik kearifan lokal: permainan sulamanda berbantu android seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Indikator Media Komik Kearifan Lokal: Permainan Sulamanda Berbantu Android

Aspek	Indikator
Kepraktisan	
Persepsi kemudahan penggunaan	<ul style="list-style-type: none"> • komik fisika bermanfaat untuk membantu peserta didik memahami pelajaran. • komik fisika membantu peserta didik dalam menyelesaikan tugas. • komik fisika meningkatkan pengetahuan peserta didik di bidang fisika. • Pembelajaran di kelas menjadi fleksibel dan dinamis. • Software komik tidak mempengaruhi kinerja android
Kegunaan yang dirasakan	<ul style="list-style-type: none"> • komik fisika melengkapi kegiatan belajar mengajar. • komik fisika mudah dimengerti. • komik fisika berkualitas tinggi.
Sikap	<ul style="list-style-type: none"> • komik fisika ini membuat pembelajaran ini lebih menarik. • jumlah halaman komik sesuai. • komik fisika ini mendorong saya untuk memikirkan pembelajaran dengan cara yang baru.
Niat perilaku	<ul style="list-style-type: none"> • peserta didik merekomendasikan komik fisika kepada teman-temannya. • peserta didik tertarik membaca komik fisika lainnya.
Penggunaan sistem yang sebenarnya	<ul style="list-style-type: none"> • peserta didik sering membaca komik menggunakan smartphone. • peserta didik senang berlama-lama membaca komik menggunakan <i>smartphone</i>.

Aspek	Indikator
Media	
Desain Komik	<ul style="list-style-type: none"> • Desain komik tidak menampilkan unsur SARA • Desain komik menarik untuk dibaca • Warna tidak pudar dan tidak mencolok • Gambar mudah dimengerti • Ilustrasi sederhana dan ringkas • Latar menunjukkan suasana kearifan lokal
Kualitas Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar beresolusi tinggi • Tulisan mudah dibaca • Komik memiliki rasio yang dapat digunakan pada berbagai macam <i>smartphone</i>
Konten	<ul style="list-style-type: none"> • Kesesuaian konteks komik dengan materi pembelajaran • Karakter dapat menyampaikan makna tambahan di luar informasi • Alur cerita jelas dan menunjukkan suasana kearifan lokal
Organisasi, Bahasa dan Keterbacaan	<ul style="list-style-type: none"> • Narasi yang berupa cerita dapat menyampaikan informasi • Bahasa mudah dipahami dan tidak menimbulkan makna ganda • Pengorganisasian komik teratur dan runtut
Materi	
Presentasi	<ul style="list-style-type: none"> • Penyampaian materi runtut dan jelas • Cerita pada komik sesuai dengan materi pembelajaran • Setting komik membantu penguatan teori
Cakupan Materi	<ul style="list-style-type: none"> • Kesesuaian cerita dengan Materi • Kontekstualitas, menghubungkan peristiwa fisika pada kehidupan sehari-hari (sesuai dengan kearifan lokal) • Kesesuaian cerita dengan perkembangan kognitif peserta didik • Kesesuaian komik dengan jenjang kelas untuk mengukur kemampuan representasi matematis dan berpikir kreatif

Aspek fisis pada kearifan lokal: permainan sulamanda diuraikan dan dijelaskan pada Tabel 10.

Tabel 10. Analisis Aspek Fisis pada Kearifan Lokal: Permainan Sulamanda

Variabel Terukur	Aspek	Indikator					
		Kinematika Gerak		Bunyi	Kesetimbangan Benda Tegar	Impuls dan Momentum	
		Gerak Parabola	Jarak dan Perpindahan	Sumber Bunyi	Titik Berat	Impuls	Momentum dan Tumbukan
Berpikir Kreatif	Keaslian	Peserta didik dapat menemukan pola vektor ketika pelemparan gacu	Peserta didik dapat merancang model perpindahan gerak pada pemain	Peserta didik dapat mendesain perbedaan sumber bunyi dari berbagai bahan gacu	Peserta didik dapat menjelaskan dengan lengkap letak titik berat	Peserta didik dapat menemukan contoh lain peristiwa Impuls	Peserta didik dapat merancang berbagai macam tumbukan pada gacu
	<i>treatment</i>	digambarkan pola gerak parabola ketika gacu dilempar	Digambarkan pemain mengubah-ubah perpindahan dalam melewati petak	Dilustrasikan perbedaan bahan gacu dan letak petak permainan	Ditampilkan posisi titik berat pada pemain	Ditampilkan beberapa contoh peristiwa Impuls	Ditampilkan tumbukan antar gacu dengan gacu dan tumbukan antar gacu dengan petak

Variabel Terukur	Aspek	Indikator					
		Kinematika Gerak		Bunyi	Kesetimbangan Benda Tegar	Impuls dan Momentum	
		Gerak Parabola	Jarak dan Perpindahan	Sumber Bunyi	Titik Berat	Impuls	Momentum dan Tumbukan
	Kefasihan/kelancaran	Peserta didik menjelaskan kecepatan, perpindahan, dan percepatan pada gacu	Peserta didik membedakan perpindahan dan jarak yang dilakukan oleh pemain	Peserta didik menjelaskan syarat-syarat terdengarnya bunyi	Peserta didik menyebutkan letak titik berat pada setiap gerakan pemain	Peserta didik menjelaskan gaya impulsif pada permainan	Peserta didik menyebutkan berbagai macam tumbukan
	<i>treatment</i>	digambarkan perpindahan dan kecepatan gacu ketika dilempar	ditampilkan pergerakan pemain dari satu titik ke titik lain	ditampilkan gacu antar pemain saling bersentuhan dan berbunyi	Ditampilkan pemain sedang mengambil gacu dengan posisi yang berbeda	Ditampilkan gacu mengenai pasir atau tanah	ditampilkan gacu antar pemain saling bertumbukan
	Keluwesian	Peserta didik dapat mendeskripsikan proses gerak parabola pada gacu	Peserta didik membedakan perpindahan dan jarak yang dilakukan oleh pemain	Peserta didik menjelaskan karakteristik gel. bunyi.	Peserta didik menjelaskan perbedaan titik berat dalam berbagai bentuk gerakan pemain	Peserta didik menelaah gambar/ cerita saat terjadi perubahan momentum	Peserta didik menjelaskan perbedaan berbagai macam tumbukan
	<i>treatment</i>	digambarkan proses pergerakan gacu ketika dilempar oleh pemain	ditampilkan pergerakan pemain dari satu titik ke titik lain	ditampilkan gacu antar pemain saling bersentuhan dan berbunyi	Ditampilkan pemain sedang melompat melewati setiap petak	Disajikan gambar perubahan momentum pada permainan	ditampilkan gacu antar pemain bertumbukan lenting sebagian
	keterincian	Peserta didik dapat mengambarkan vektor dengan jelas pola bentuk gerak parabola pada gacu	Peserta didik dapat merinci dengan jelas perpindahan gerak pada pemain	Peserta didik mendeskripsikan gejala dan ciri-ciri gelombang bunyi	Peserta didik dapat merangkum materi titik berat yang ada dalam komik	Peserta didik mendeskripsikan Impuls secara terperinci	Peserta didik mendeskripsikan momentum dan perubahan momentum
	<i>treatment</i>	digambarkan pola lemparan gacu yang berbeda-beda ke setiap kotak	pemain sulamanda melangkah berpindah-pindah tempat sesuai urutan langkahnya	digambarkan gacu yang satu menyentuh gacu lain dan ketika permainan dilakukan di tanah atau di plester	ditampilkan konsep titik berat pemain dalam permainan	Digambarkan kaki pemain menyentuh gacu pada petak	Digambarkan jenis momentum saat gacu saling beradu
Representasi Matematis	Persamaan Matematis	Peserta didik dapat menghitung dan menentukan perhitungan pada gerak parabola	Peserta didik dapat menghitung dan menentukan perhitungan pada Jarak dan perpindahan pemain	Peserta didik dapat menghitung frekuensi dan periode bunyi ketika gacu saling beradu	Peserta didik dapat membandingkan perbedaan titik berat ketika berdiri dengan keseimbangan yang berbeda	Peserta didik dapat menghitung nilai Impuls pada saat gacu mengenai tanah	Peserta didik dapat menghitung jenis setiap tumbukan pada gacu
	<i>treatment</i>	Digambarkan pemain melemparkan gacu ke petak	Ditampilkan pemain berpindah-pindah dari petak satu ke lainnya	ditampilkan pelemparan gacu dengan bahan gacu bervariasi dan menghasilkan bunyi yang berbeda	Ditampilkan gambaran titik berat setiap posisi	Ditampilkan gambar ketika gacu mengenai tanah	Digambarkan gacu saling bertumbukan dengan gacu atau gacu dengan bidang petak permainan
	Teks Tertulis	Peserta didik menginterpretasikan gambar pada gerak gacu yang dilempar	Peserta didik menuliskan penyelesaian masalah matematis pada perpindahan pemain		Peserta didik menginterpretasikan gambar titik berat pada pemain	Peserta didik menuliskan penyelesaian masalah matematis impuls pada pergerakan gacu	Peserta didik menginterpretasikan grafik momentum pada gacu

Variabel Terukur	Aspek	Indikator					
		Kinematika Gerak		Bunyi	Kesetimbangan Benda Tegar	Impuls dan Momentum	
		Gerak Parabola	Jarak dan Perpindahan	Sumber Bunyi	Titik Berat	Impuls	Momentum dan Tumbukan
	<i>treatment</i>	Digambarkan pelemparan gacu berbentuk gerak parabola	Dituliskan masalah matematis tentang perpindahan pemain		Digambarkan titik berat pemain saat bermain	Dituliskan masalah matematis impuls pada gacu	Disajikan grafik momentum gacu

5. Kajian Penelitian yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian (Kim *et al.*, 2017) menunjukkan bahwa komik yang dikenalkan ke kelompok peserta didik sekolah dasar, sekolah menengah, dan mahasiswa dapat meningkatkan minat dan pemahaman peserta didik yang mencakup materi pembelajaran. Peserta didik dapat memelihara sikap baik terhadap topik, mengajak peserta didik untuk lebih mempelajari subjek sendiri, menanamkan rasa ingin tahu, dan secara efektif memberikan mereka pemahaman dasar dibandingkan dengan kekurangan sebelumnya. Komik anatomi pendidikan menjadi alat pendidikan yang efektif di berbagai tingkat pendidikan. Komik telah digunakan di berbagai bidang penelitian pendidikan, hasil ini menunjukkan bahwa komik efektif dalam bidang pendidikan. Selain itu, peserta didik yang membaca komik menunjukkan tingkat minat yang meningkat dalam materi tersebut.

Penelitian (Ribeiro, 2016) mengungkapkan bahwa peserta didik dapat menghadapi situasi sehari-hari dan mengembangkan penyelidikan sendiri, sehingga meningkatkan motivasi sains dan mengarahkan untuk merasakan bagian penting dari metode ilmiah dengan mengembangkan eksperimen. Penyelidikan yang dipimpin peserta didik dapat mendorong kreativitas dan pemikiran kritis. Setiap peserta didik dapat bereksperimen dan membuat komik strip dengan kreativitas.

Penelitian (Atasoy & Ergin, 2016) menunjukkan bahwa peserta didik grup eksperimen mengungguli grup kontrol. Artinya, lembar kerja konsep kartun tertanam tidak hanya menggantikan kesalahpahaman mereka dengan konsep ilmiah tetapi juga meningkatkan pemahaman konseptual tentang Hukum Gerak Newton. Penelitian dari (Widyastuti *et al.*, 2017) menghasilkan tanggapan peserta didik dari kuesioner dan validasi untuk membantu mereka memahami sistem persamaan linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komik digunakan untuk menggantikan LKS (Lembar Kerja Siswa). Umpan balik peserta didik dan validator menunjukkan bahwa komik merupakan media atraktif. Karena komik mudah dimengerti peserta didik. Hal tersebut dianggap media yang sangat baik digunakan di dalam maupun luar kelas. Alur cerita komik lebih menarik daripada LKS (Lembar Kerja Siswa), sehingga bisa efektif untuk mencegah kebosanan peserta didik.

Penelitian (Sholakhudin *et al.*, 2016) menunjukkan bahwa peserta didik aktif dalam pembelajaran fisika menggunakan Paket Sumber Belajar (PSB) dengan menggunakan Analisis Foto Kejadian Fisika (AFKF) berkearifan lokal dan mendapat hasil belajar dengan kategori sedang. Peserta didik mempunyai respon positif terhadap penggunaan PSB dengan AFKF berkearifan lokal dalam kegiatan pembelajaran fisika di Sekolah Menengah Kejuruan. Penelitian (Suastra & Yasmini, 2013) mengungkapkan bahwa proses pembelajaran fisika dapat mengembangkan karakter bangsa berkearifan lokal dan kreativitas berpikir, sehingga berhasil menyeimbangkan antara pengetahuan fisika dengan karakter bangsa yang mempunyai nilai-nilai kearifan lokal di masyarakat serta penanaman sikap ilmiah. Hasil penelitian dari (Pramadi *et al.*, 2013) mengungkapkan bahwa

ada perbedaan pemahaman konsep dan motivasi belajar peserta didik yang memakai komik berkearifan lokal Bali dan peserta didik yang tidak menggunakan komik berkearifan lokal Bali.

6. Kerangka Pikir

Pembelajaran fisika memuat kemampuan *multiple representation*. Persoalan datang pada rendahnya kemampuan representasi matematis. Hal tersebut menyebabkan kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan persoalan/kasus fisika yang mencakup kemampuan aritmatika, numerik, dan matematis. Sebuah inovasi untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis dalam sebuah proses pembelajaran di sekolah sangat diperlukan.

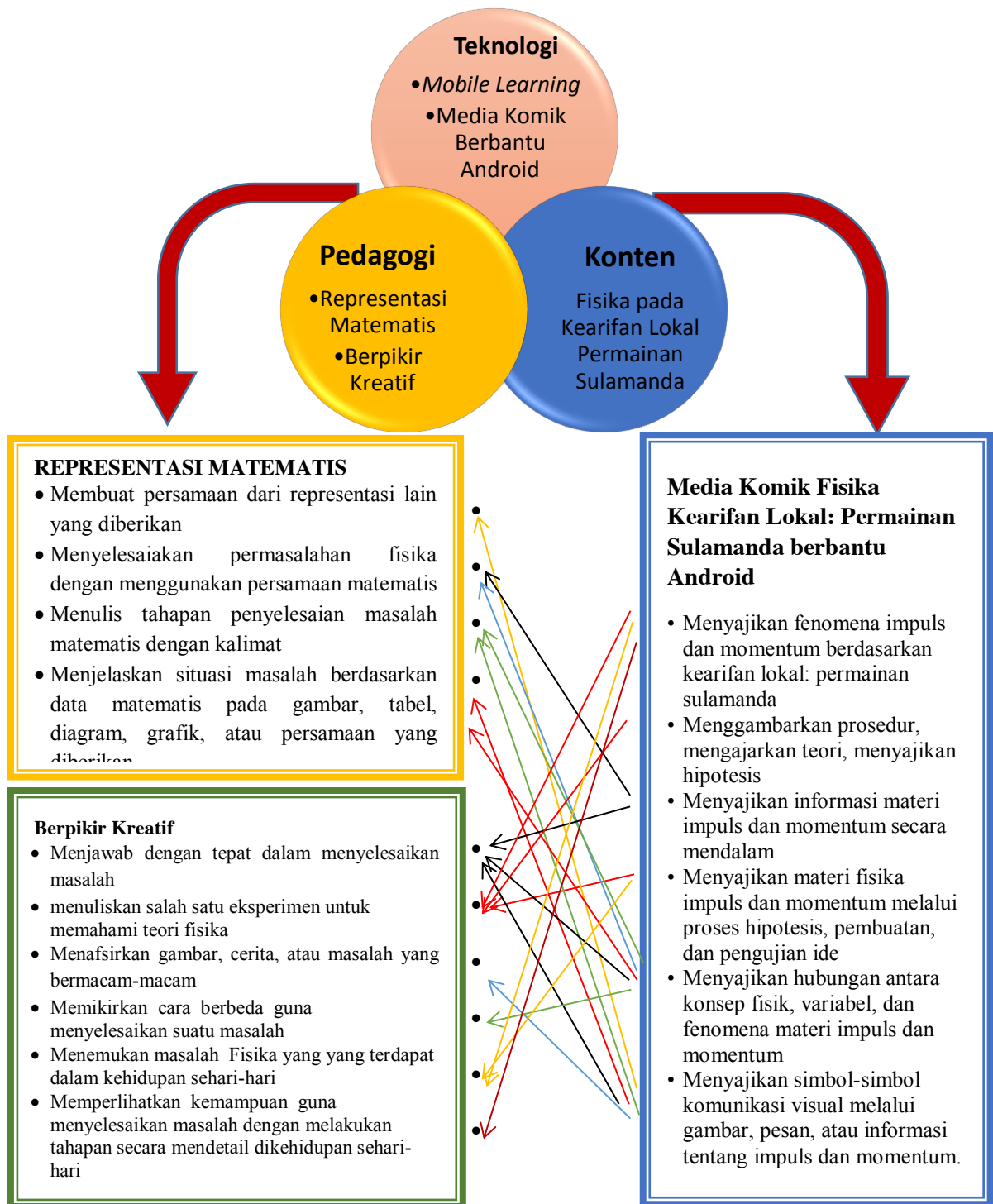
Selain kemampuan *multiple representation*, kemampuan lain yang dibutuhkan untuk belajar fisika ialah kemampuan berpikir kreatif. Pembelajaran fisika bersifat serius yang membuat peserta didik sulit untuk berpikir kreatif. Kurangnya pelatihan dan pengembangan untuk berpikir kreatif menyebabkan kreativitas peserta didik kurang berkembang.

Pengembangan pembelajaran pada penelitian yang dilakukan adalah pembuatan media komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda dengan bantuan android. Android dan komik digabungkan serta mengintegrasikan keduanya dengan nilai-nilai kearifan lokal. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan representasi matematis.

Proses pembelajaran membutuhkan sumber belajar atau media pembelajaran yang memadai. Media pembelajaran yang kontekstual serta menyeluruh untuk mempelajari fisika sangat diperlukan dalam proses pembelajaran. Komik Fisika

sebagai sumber belajar/media pembelajaran diharapkan mampu menstimulus peserta didik untuk merespon suatu hal yang disampaikan dan berpikir aktif pada media pembelajaran tersebut. Peristiwa yang memuat kejelasan materi fisika bab impuls dan momentum, contoh, serta latihan soal yang berkaitan dengan permainan sulamanda dapat dipahami menggunakan media pembelajaran komik fisika. Komik fisika sebagai media pembelajaran mampu memfasilitasi peserta didik dalam memecahkan masalah dan mengajak peserta didik menganalisis suatu persoalan.

Komik fisika dilengkapi dengan beberapa contoh dan latihan soal yang berisi materi impuls dan momentum. Materi disusun berdasarkan konsep-konsep impuls dan momentum serta peristiwa pada permainan sulamanda. Komik fisika juga mengintegrasikan pertanyaan mendalam pada setiap plot cerita. Hal tersebut diharapkan memudahkan pembaca untuk mendapatkan kejelasan informasi yang disajikan. Contoh soal ditampilkan dengan proses yang berhubungan dengan kemampuan matematis dan kreativitas peserta didik. Komik fisika memadukan konsep, prinsip, dan perhitungan matematis dalam bentuk visual ataupun tulisan untuk merangsang peserta didik dalam mengembangkan representasi matematis. Kerangka berfikir pengembangan media komik kearifan lokal: permainan sulamanda berbantu android disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Kerangka Berfikir Media Komik Fisika

7. Pertanyaan Penelitian

- a. Kelayakan media komik fisika berbasis kearifan lokal: permainan sulamanda.
 - 1) Bagaimana komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantuan android layak dikembangkan berdasarkan hasil validasi?
 - 2) Bagaimana komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantuan android layak dikembangkan berdasarkan hasil uji coba lapangan awal?
- b. Bagaimana menghasilkan komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantuan android yang memiliki karakteristik produk?
- c. Efektivitas peningkatan representasi matematis dan berpikir kreatif
 - 1) Bagaimana komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantuan android dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis dan berpikir kreatif?
 - 2) Bagaimana komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantuan android dapat meningkatkan representasi matematis?
 - 3) Bagaimana komik fisika kearifan lokal: permainan sulamanda berbantuan android dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif?