

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Produk

Pengembangan produk dalam penelitian ini dilakukan dengan model 4-D terdiri dari 4 tahapan yaitu: *Define* (Definisi), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan) dan *Disseminate* (Penyebaran) (Thiagarajan, Semmel, dan Semmel, 1974: 6-9).

1. *Define* (Definisi)

a. Kajian Pendahuluan

Guru fisika diberlakukan sebagai sumber studi pustaka untuk memperoleh informasi terkait. Studi pustaka dan survey lapangan yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa, model pembelajaran fisika biasanya menggunakan model diskusi sebagai fokus utamanya. Proses pembelajaran biasanya dilengkapi dengan buku, lembar kerja peserta didik (LKPD), dan powerpoint. Lebih lanjut, ketika siswa telah mendapatkan 1 bab materi, pada pertemuan selanjutnya akan dilanjutkan dengan kegiatan praktikum untuk mendapatkan penguatan konsep. Proses pembelajaran ini sering diterapkan, sehingga terkadang siswa lebih tertarik pada proses praktikum. Terkadang beberapa siswa kurang memahami materi secara lebih baik sebelum masuk pada kegiatan praktikum.

Proses wawancara menunjukkan bahwa, kebiasaan siswa dalam proses pembelajaran menunjukkan keaktifan yang baik. Proses diskusi biasanya

berjalan dengan baik karena kebanyakan siswa memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan kritis.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran ditunjukan pada penggunaan powerpoint dan alat praktikum berbasis komputer. *Smartphone* terlihat masih belum terlalu dimaksimalkan. Penggunaan *smartphone* terlihat ketika siswa mencari informasi (browsing) di internet. Proses kajian pendahuluan ini digunakan sebagai dasar informasi dalam mengembangkan produk media komik fisika kearifan lokal: *long bumbung* berbantu android untuk meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik.

b. Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui latar belakang peserta didik yang berhubungan dengan proses pembelajaran, yang terdiri dari: kemampuan akademik, perkembangan kognitif, psikologis, dan sosial peserta didik dalam pembelajaran di kelas. tahap ini dilakukan dengan proses survei lapangan. Sasaran produk media adalah siswa kelas 11 SMA pada kelas Fisika.

Hasil observasi menunjukan bahwa, kebanyakan peserta didik memiliki kemampuan akademik yang baik dengan keinginan belajar yang tinggi. Kebiasaan siswa dalam proses pembelajaran menunjukan keaktifan yang baik. Proses diskusi biasanya berjalan dengan baik karena kebanyakan siswa memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan kritis. Selain itu, peserta didik sering menggunakan *smartphone* dan laptop untuk mencari informasi (browsing) terkait materi belajar.

c. Analisis Konsep Fisika

Analisis konsep fisika dilakukan dengan menyeimbangkan realitas dan cara kerja *long bumbung*. Konsep fisika yang sesuai kemudian dieksplorasi berdasarkan konteks yang ada. Materi gelombang bunyi dipilih sebagai dasar materi yang akan dieksplorasi. Tabel 27 menyajikan bagaimana analisis konsep pada kearifan lokal *long bumbung* pada materi gelombang bunyi.

Tabel 27. Analisis Materi: Gelombang Bunyi

No	Analysis	Result
1	Fakta-fakta	Bunyi membutuhkan medium untuk merambat
		Bunyi merambat lebih cepat pada medium padat
		Semakin dekat dengan sumber bunyi, semakin keras bunyi yang didengar
		Bunyi merupakan gelombang longitudinal
		Bunyi merambat lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi
		Bunyi dapat mengalami gejala pemantulan, pembiasan, pelenturan, interferensi
		Terkadang keras-lemah bunyi berubah ketika berjalan pada saat menonton konser musik
2	Konsep	Frekuensi Energi Daya
		Amplitudo pemantulan intensitas
		Cepat rambat pembiasan Taraf
		Intensitas pelenturan Resonansi
		Panjang gelombang interferensi
3	Prinsip	Asas Doppler
4	Hukum	-
5	Theory	Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi

d. Analisis Tugas

Tahap ini dilakukan analisis terhadap variabel penelitian yang akan dikembangkan. Variabel yang ingin ditingkatkan adalah kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik. peneliti melakukan studi pustaka tentang indikator kedua variabel. Adapun kisi-kisi penilaian kemampuan representasi fisis disajikan pada Tabel 18 dan kisi-kisi penilaian kemampuan

HOTS disajikan pada Tabel 19 pada BAB III. Pengukuran kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik nantinya digunakan tes tertulis. Tabel 27 menyajikan analisis materi pada gelombang bunyi.

e. Analisis Tujuan Pembelajaran

Analisis tujuan pembelajaran adalah hasil analisis tugas dan analisis konsep yang dirangkum menjadi indikator pencapaian hasil belajar peserta didik yang mengacu pada KI dan KD pada materi fisika terkait. Selain itu, Penelitian ini berfokus untuk mengasah kemampuan HOTS dan representasi Fisis siswa pada materi bunyi. Tabel 28 menyajikan tujuan pembelajaran dengan media komik fisika berdasarkan kurikulum 2013 yang berlaku di Indonesia.

Tabel 28. Analisis Tujuan Pembelajaran

No	Analysis	Result
1	Kompetensi Inti	3 Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
2	Kompetensi Dasar	3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi
3	Indikator	3.10.1. Membandingkan kuat bunyi (taraf intensitas bunyi TI) yang didengar oleh telinga manusia karena adanya perbedaan jarak pendengar dari sumber bunyi yang timbul pada ledakan <i>long bumbung</i> 3.10.2. Mengelompokkan besar cepat rambat bunyi berdasarkan medium perambatannya 3.10.3. Membuat perumpamaan tentang sifat bunyi dan proses perambatan bunyi yang terjadi pada <i>long bumbung</i> hingga sampai indera pendengaran 3.10.4. Menyimpulkan klasifikasi gelombang bunyi berdasarkan tinggi nada dan kuat bunyi 3.10.5. Memilah variabel yang mempengaruhi cepat rambat bunyi pada

		<p>peristiwa bunyi meriam bamboo</p> <p>3.10.6. Memilih cara yang tepat untuk memanipulasi besar cepat rambat bunyi</p> <p>3.10.7. Menemukan metode untuk mengatasi permasalahan fisika terkait dengan lemahnya bunyi pada <i>long bumbung</i></p> <p>3.10.8. Membuat garis besar tentang intensitas gelombang bunyi (I) pada <i>long bumbung</i> yang ditinjau dari ukuran bahan bambu</p> <p>3.10.9. Mendiskripsikan peran variabel luas bidang (A) dan daya (P) terhadap Intensitas gelombang bunyi (I)</p> <p>3.10.10. Mendekonstruksi susunan bahan bambu (dari segi panjang dan besar) untuk menunjukkan kebenaran fenomena fisika tentang intensitas gelombang bunyi</p>
--	--	---

2. Design (Perancangan)

a. Analisis Fisis Kearifan Lokal *Long Bumbung*

Proses identifikasi konsep fisis dilakukan pada fenomena kearifan lokal *long bumbung*. Proses penetapan materi juga dilakukan analisis konsep fisika yang sesuai dengan persoalan variabel penelitian. Sehingga akan ada kesesuaian kasus atau plot cerita dalam media komik fisika yang berkaitan dengan ketercapaian tujuan pembelajaran.

Tabel 29. Analisis Treatment Representasi Fisis

Indikator	Treatment yang Diberikan Dalam Komik
Membandingkan 2 benda atau lebih berdasarkan sifat atau karakteristik fisis	<ul style="list-style-type: none"> Disajikan penjelasan peristiwa fisika tentang proses terjadinya bunyi karena adanya getaran yang dihasilkan karena pukulan dan pada ledakan <i>long bumbung</i> Diberikan fenomena tentang getaran benda yang dihasilkan karena kekuatan pukulan yang berbeda Disajikan contoh fenomena yang menunjukkan kuat bunyi yang didengar telinga pada perbedaan intensitas bunyi. Disajikan contoh fenomena yang menunjukkan kuat bunyi yang didengar telinga pada perbedaan intensitas bunyi.
Menjadikan satu dari banyak benda yang memiliki sifat dan karakteristik fisis yang sama	<ul style="list-style-type: none"> Disajikan gambaran klasifikasi gelombang bunyi pada frekuensi infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik Disajikan fenomena bunyi tentang gejala pembiasan bunyi dan pelenturan bunyi Disajikan persoalan tentang fenomena ledakan <i>long bumbung</i> yang didengar oleh 2 pengamat pada jarak yang berbeda dan ditinjau dari variabel fisisnya.

Melakukan perumpamaan yang sesuai dengan pengamatan pada suatu gejala melalui proses penalaran	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disajikan fenomena fisika yang menjelaskan tentang perubahan besar cepat rambat gelombang ○ Disajikan fenomena bunyi tentang gaung dan gema yang disebabkan oleh pemantulan bunyi ○ Disajikan fenomena bunyi tentang tokoh yang mengalami perubahan karakteristik bunyi setelah menghirup gas helium. fenomena perubahan ini dibahas dengan solusi besaran fisisnya ○ Disajikan fakta yang menunjukkan perubahan simpangan amplitudo dan frekuensi pada dua sumber bunyi yang berbeda.
Menyimpulkan pengertian, data pengamatan dari gejala fisis dalam bentuk kalimat	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disajikan gambaran proses perambatan bunyi pada media padat, cair, dan gas ○ Disajikan fakta dan gambaran getaran partikel yang dihasilkan karena perbedaan perlakuan ○ Disajikan gambaran pola gelombang bunyi yang dideteksi dengan sensor suara ○ Disajikan persoalan deskripsi karakteristik bunyi yang dimiliki 4 tokoh komik yang ditinjau dari kuat-lemah bunyi dan tinggi-rendah bunyi. ○ Disajikan persoalan tentang kuat bunyi (taraf intensitas bunyi TI) yang didengar oleh telinga manusia karena adanya perbedaan jarak pendengar dari sumber bunyi yang timbul pada ledakan <i>long bumbung</i>.

Adapun materi fisika yang ditetapkan dalam komik adalah gelombang bunyi yang terdiri dari sub bab karakteristik bunyi, mendengar dan melihat bunyi; cepat rambat bunyi; intensitas bunyi; dan taraf intensitas bunyi. Di dalam penelitian ini, fokus ketercapaian variabel berfokus pada materi bunyi. Tabel 29 dan Tabel 30 menyajikan analisis aspek fisis yang ada pada kearifan lokal *long bumbung*.

Tabel 30. Analisis Treatment HOTS

Indikator	Treatment yang Diberikan Dalam Komik
Peserta didik dapat memilih cara yang tepat untuk pemecahan masalah pada suatu fenomena fisika tertentu	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disajikan gambaran proses terjadinya bunyi dan proses perambatan bunyi yang terjadi pada <i>long bumbung</i> hingga sampai pada indera pendengaran. ○ Disajikan fenomena fisika tentang proses terjadinya getaran, sebab, dan akibat getaran yang muncul pada perlakuan yang berbeda ○ Disajikan persoalan tentang cepat rambat bunyi di dalam gas yang memiliki suhu dan tekanan tertentu. Fenomena menunjukkan perubahan cepat rambat bunyi di dalam gas dapat meningkat

Membuat garis besar dari suatu fakta fisika yang ditemui	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disajikan tampilan beberapa bentuk gelombang untuk bunyi nada rendah dan nada tinggi; serta bunyi lemah dan kuat. ○ Disajikan permasalahan perubahan besar intensitas bunyi. Fenomena bunyi menunjukkan hubungan perubahan intensitas bunyi (I) terhadap besar taraf intensitas bunyi (TI)
Mendiskripsikan peran suatu variabel terhadap pengaruh variabel lain	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disajikan fenomena fisika tentang konsep cepat rambat bunyi pada peristiwa ledakan <i>long bumbung</i> ○ Disajikan fenomena fisika yang menjelaskan tentang konsep cepat rambat gelombang ditinjau dari variabel amplitudo, frekuensi, periode, dan panjang gelombang ○ Disajikan persoalan tentang sebuah sumber bunyi yang memiliki daya tertentu. Fenomena menunjukkan gejala intensitas bunyi bunyi yang diterima, melalui hubungan jarak pendengar ke sumber bunyi dengan intensitas bunyi dan daya.
Mendekonstruksi susunan benda/bahan untuk menunjukkan kebenaran fenomena fisika	<ul style="list-style-type: none"> ○ Disajikan fakta yang menjelaskan perbedaan kuat bunyi <i>long bumbung</i> yang dibuat dengan perbedaan panjang dan besar bambu ○ Disajikan fenomena kuat bunyi <i>long bumbung</i> yang dibuat dengan perbedaan panjang dan besar bambu yang ditinjau dari daya (P) dan luas bidang (A) ○ Disajikan fenomena bunyi <i>long bumbung</i> ditinjau dari perbedaan panjang dan besar bambu yang dipakai ○ Disajikan proses pembuatan <i>long bumbung</i> yang disertai dengan penjelasan fisis tentang variabel-variabel yang berhubungan dengan intensitas gelombang bunyi. ○ Disajikan gambar persoalan dua sumber bunyi <i>long bumbung</i> dengan seorang tokoh komik. Fenomena gejala bunyi interferensi gelombang bunyi menyebabkan tokoh mendengar bunyi keras dan bunyi lemah

b. Pembuatan Media Komik Fisis Kearifan Lokal *Long Bumbung*

Pembuatan media komik fisika dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Proses pembuatan tokoh dan karakter

Komik disusun dengan memasukkan karakter tokoh yang mendukung ketertarikan pembaca. Aspek karakter yang diterapkan dalam komik adalah aspek budaya, aspek humor dan aspek smartboy.

2. Menentukan alur cerita

Media Komik Fisika terdiri atas 4 bagian, dimana setiap aktivitas menyampaikan sub topik. Selain itu, 4 bagian cerita dalam komik fisika disusun secara sistematis melalui fenomena, kejadian, dialog yang paling

mendasar sampai pada sub pertanyaan tingkat tinggi. Hal ini bertujuan agar proses pembelajaran melalui 5M (mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan) dan terlaksana dengan baik, serta mengarahkan pembelajaran yang runtut agar materi dapat dicerna dengan mudah oleh peserta didik. Selain itu, dialog dalam fenomena fisis disusun atas pertanyaan dasar (faktual dan prosedural) yang diajukan, yaitu memuat sifat dasar pengajaran dan memunculkan “keheranan” (pemahaman, prediksi, mendeteksi anomali, aplikasi, dan perencanaan) yang dapat membawa pada pembelajaran mendalam (Chin, Brown and Bruce, 2002). Sebuah pertanyaan mendalam dapat di susun dengan memperkenalkan konsep “kunci” yang disertai dengan penjelasan akan menjadikan fasilitas pembelajaran yang baik di lingkungan belajar umum (Craig *et al.*, 2012). Komik dikembangkan dengan memberikan fenomena fisis melalui pertanyaan mendalam.

Pengembang mengintegrasikan *deep questions* dalam media komik fisika untuk membantu peserta didik memperoleh kemendalaman belajar. Berikut merupakan susunan chapter bagian komik fisika:

- a) Introduction: kearifan lokal *long bumbung* dan karakteristik bunyi
- b) Chapter I: Mendengar & Melihat Bunyi
- c) Chapter II: Cepat Rambat Bunyi
- d) Chapter III: Gejala-Gejala Bunyi
- e) Chapter IV: Taraf Intensitas Bunyi

3. Merancang ilustrasi gambar sketsa komik

Sketsa gambar komik dibuat dengan lukisan tangan pada kertas. Sketsa komik adalah gambar dengan goresan yang setengah jelas. Peneliti menyesuaikan scene yang tepat untuk setiap halaman komik. Gambar scene komik disesuaikan dengan plot cerita berdasarkan analisis materi, tujuan pembelajaran, dan analisis fisis yang telah dibuat di awal. Gambar 12 merupakan contoh hasil sketsa komik yang telah dibuat.



Gambar 12. Sketsa Komik pada Kertas

4. Merancang komik fisika dengan software *Adobe Photoshop*

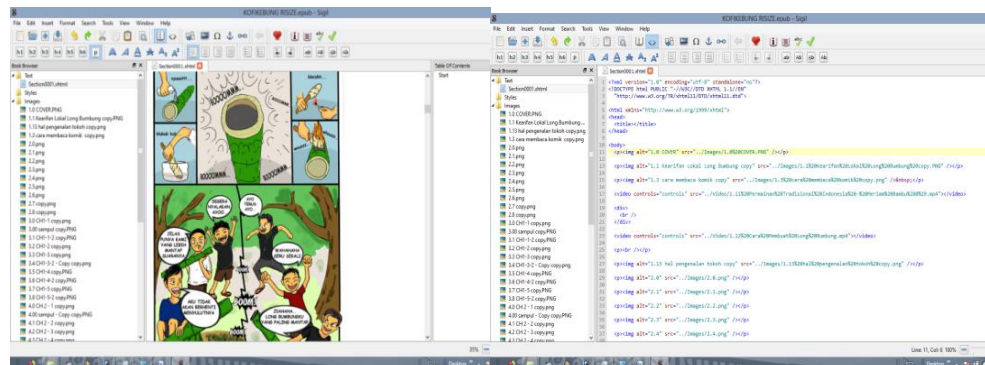
Hasil sketsa gambar komik kemudian di scan dalam bentuk image (.png; .jpeg). Hasil scan komik kemudian di import ke dalam software *Adobe Photoshop*. Dalam tahap ini, hasil sketsa komik diolah melalui proses pewarnaan dan kerapihan, serta pemberian balon dialog komik. Gambar 13 merupakan contoh sketsa komik yang telah melalui proses editing akhir menggunakan *Adobe Photoshop*.



Gambar 13. Proses Editing komik

5. Penyusunan komik ke dalam bentuk EPUB dengan software SIGIL

Komik yang telah melalui tahap editing akhir akan siap untuk dikemas menggunakan software SIGIL. Dalam proses ini, setiap bagian komik disusun berdasarkan urutan yang telah ditentukan. Kelebihannya, peneliti dapat memasukan fitur video yang dapat mendukung pemahaman siswa tentang konsep bunyi terkait. Sehingga keutuhan komik fisika dapat dituangkan dengan produk akhir berupa EPUB (buku digital). Gambar 14 menunjukkan scene komik fisika ketika diolah dengan software SIGIL.



Gambar 14. Penyusunan Komik dengan SIGIL

6. Merancang contoh soal materi bunyi

Komik fisika menyajikan contoh persoalan fisika beserta pembahasannya. Contoh soal dibuat agar peserta didik dapat dengan segera mendapatkan gambaran penerapan konsep bunyi dalam soal. Sehingga peserta didik memiliki informasi yang dapat memperkuat konsep fisika yang telah mereka dapatkan dari proses membaca komik.

7. Menambahkan video pendukung sebagai pelengkap informasi tentang konsep fisis terkait.



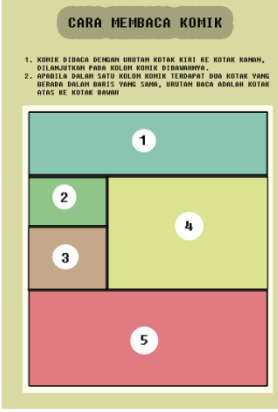



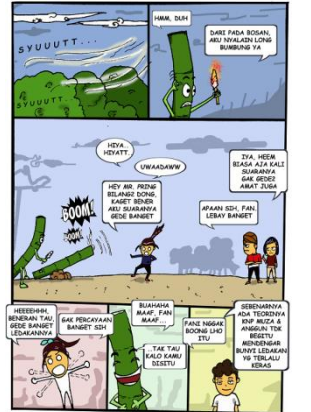

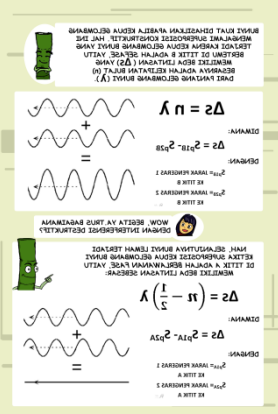


Komik fisika menampilkan fitur video pendukung yang digunakan sebagai penguatan konsep. Video pendukung dimuat dalam komik untuk memberikan informasi kepada pembaca tentang kearifan lokal *long bumbung* dan sebagai penguatan konsep. Video disajikan pada bagian terpenting pada suatu konsep fisis yang sedang dijelaskan. Peneliti mengambil video yang bersumber pada Youtube dan melakukan *cutting* pada bagian yang diperlukan. Berikut adalah daftar video yang dicantumkan dalam komik fisika:

2. Kearifan Lokal Permainan *Long Bumbung*
3. Chapter 2 - Cepat Rambat Bunyi
4. Chapter 4 - Gejala-Gejala Bunyi

c. Spesifikasi Produk Media Komik Fisika Kearifan Lokal *Long Bumbung*

Pengembangan media komik fisika dikerjakan sesuai dengan daftar story board yang telah dibuat. Selanjutnya komik fisika yang di telaah melalui bebe-

Tabel 31. Isi dari Media Komik Fisika Kearifan Lokal: Long Bumbung Berbantu Android

			
Halaman Sampul	Pengenalan Karakter	Urutan Cara Membaca	Uaian Singkat Kearifan Lokal
			
Peta Konsep	Pendahuluan - Kearifan Lokal	Salah Satu Judul Setiap Chapter	Salah Satu Treatment Fenomena Fisis
			
Video Pembelajaran	Salah Satu Penjelasan Materi Fenomena Fisis	Contoh Latihan Soal	Profil Pengembang

Rapa tahapan hingga pada proses *editing* komik. Spesifikasi komponen media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* terdiri dari: Sampul komik; karakter komik, cara membaca komik, pendahuluan-kearifan lokal *long bumbung*; isi komik fisika (materi terdiri dari 3 chapter, contoh soal, video); dan profil pengembang. Tabel 31 menyajikan komponen media komik fisika yang telah dikembangkan.

3. *Develop* (Pengembangan)

a. Validasi Produk Media Komik Fisika

Tahap ini merupakan proses penilaian validasi produk media komik fisika dalam aspek kelayakan materi dan penyajian media. Selain itu, penilaian validasi juga dilakukan untuk menilai perangkat penelitian seperti, instrumen soal dan RPP. Penilaian validitas produk komik fisika, instrumen soal, dan RPP dilakukan oleh ahli media, guru fisika, dan *peer reviewer*. Tahap ini merupakan proses pengembangan produk I, dimana hasil dari ini dijadikan untuk mengevaluasi dan merevisi produk I.

Proses penilaian validasi produk media komik fisika, instrumen soal, dan RPP dilakukan dengan lembar validasi yang sebelumnya telah melalui proses validasi. Penilaian validasi instrumen soal representasi fisis dan HOTS yang digunakan sebagai *pretest* dan *posttest* dilakukan untuk menguji tes agar valid dan dapat diterapkan dalam penilaian pembelajaran. Selain itu, penilaian terhadap RPP dilakukan untuk mengkaji proses pembelajaran agar maksimal dan valid. Lembar penilaian produk media komik fisika penelitian oleh ahli

materi, guru fisika, dan peer reviewer dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran 1f, Lampiran 1g, dan Lampiran 1h. Lembar penilaian instrumen soal dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran 1i. dan lembar penilaian RPP pada Lampiran 1o.

b. Evaluasi dan Revisi I

Hasil penilaian validasi produk media komik fisika, instrumen soal, dan RPP digunakan sebagai landasan untuk dilakukan evaluasi dan revisi. Dalam tahap ini, peneliti melakukan evaluasi dan revisi I produk komik fisika sesuai penilaian dan saran dari validator.

Evaluasi dan revisi I dilakukan untuk memperoleh produk komik fisika yang valid dan siap untuk diterapkan dalam ujicoba terbatas. Adapun tahap evaluasi dan revisi I dilakukan perbaikan pada aspek tata bahasa, eksplorasi aspek fisika dalam kearifan lokal *long bumbung*, dan konsep fisika. Evaluasi dan revisi instrumen soal representasi fisis dan HOTS dilakukan pada aspek tata bahasa, kesesuaian soal dengan indikator, skor soal, dan konsep fisis. Setelah tahapan ini, selanjutnya dilanjutkan dengan proses uji soal empiris.

c. Uji Coba Terbatas

Tahap uji coba terbatas terbagi menjadi 2 bagian, yaitu uji coba instrumen soal dan uji coba terbatas penelitian. Uji coba instrumen soal dilakukan untuk menilai validitas soal secara empiris serta mengetahui keterbacaan, dan kejelasan soal. Uji empiris soal dilakukan dengan mengujikannya pada 251 siswa pada kelas XII MIPA SMAN 2 Ngaglik, XI MIPA MAN 2 Yogyakarta, dan XI IPA SMAN 6 Yogyakarta.

Uji coba terbatas produk dilakukan untuk memaksimalkan penggunaan produk media komik fisika yang diterapkan pada 2 kelas, yaitu XI MIPA 3 dan XI MIPA 2 SMAN 6 Yogyakarta. Uji coba terbatas dilakukan dengan menerapkan media komik fisika dalam pembelajaran. Proses memaksimalkan media komik fisika secara teknis dilakukan oleh peneliti dengan mengintegrasikan komik fisika dalam pembelajaran, dan guru fisika berperan sebagai peneliti dan observer. Guru akan mengamati penerapan media komik fisika di kelas, kemudian guru memberikan saran dan penilaian untuk dapat dilakukan revisi dan evaluasi.

Tahap pemaksimalan produk media komik fisika dalam pembelajaran dilakukan pada 2 kelas. Tahap 1 penerapan media komik fisika dilakukan pada kelas XI MIPA 3. Dalam tahap 1 guru memberikan saran dan penilaian terhadap penerapannya di kelas. Kemudian peneliti merevisi dan mengevaluasi pembelajaran tahap 1 dan dilanjutkan dengan pemaksimalan media pada tahap 2. Proses akhir dalam tahap ini juga dilakukan penilaian oleh guru fisika.

Uji terbatas juga dilakukan untuk mengukur keterlaksanaan pembelajaran dan melihat keterbacaan dan kepraktisan pada media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android. Keterlaksanaan pembelajaran dilakukan dengan memberikan *pretest* dan *posttest*, dan menggunakan nilai gain untuk melihat kemaksimalan penerapan media komik fisika.

Keterbacaan dilihat dengan memberikan lembar penilaian angket respon peserta didik. Sedangkan kepraktisan media dilihat dengan memberikan lembar penilaian pada guru fisika.

d. Evaluasi dan Revisi II

Hasil penilaian terhadap uji terbatas digunakan sebagai landasan untuk dilakukan evaluasi dan revisi. Dalam tahap ini, peneliti melakukan evaluasi dan revisi II produk komik fisika sesuai penilaian dan saran dari peserta didik dan guru. Evaluasi dan revisi II dilakukan untuk memperoleh produk komik fisika yang lebih baik dan siap untuk diterapkan dalam uji coba luas. Adapun tahap evaluasi dan revisi II dilakukan perbaikan pada aspek pembelajaran yang meliputi: Pembagian waktu tiap chapter komik dalam pembelajaran; Penggunaan media dalam pembelajaran; Pembelajaran yang harus selalu berpedoman dari media komik fisika; dan Merevisi tata bahasa dalam komik.

e. Uji Coba Luas

Uji coba luas dilakukan untuk mengetahui kualitas dan keefektifan produk media komik fisika yang dikembangkan. Media komik fisika diterapkan dalam pembelajaran untuk mengetahui sejauh mana dapat meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik. Uji coba luas diterapkan di SMAN 3 Yogyakarta pada kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2. Tahap uji luas terdiri dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Untuk mendapatkan perbandingan, kedua kelas diberikan tes kemampuan representasi fisis dan HOTS pada saat *pretest* dan *posttest*.

Kelas eksperimen diberikan treatment pembelajaran menggunakan media komik fisika kearifan lokal berbasis *long bumbung* berbantu android. Sedangkan kelas kontrol diberikan treatment pembelajaran dengan model diskusi.

Penilaian peningkatan variabel dari penerapan media diukur dari nilai *pretest* dan *posttest* masing-masing kelas. Instrumen soal untuk mengukur kemampuan representasi fisis dan HOTS dapat dilihat pada Lampiran 11. Selanjutnya, nilai yang diperoleh digunakan untuk analisis untuk mengetahui pengaruh penggunaan komik fisis berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android untuk meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS.

f. Evaluasi dan Revisi III

Tahap ini merupakan proses akhir revisi untuk menyempurnakan produk media komik fisis. Acuan evaluasi dan revisi akhir dilandaskan pada saran dan masukan pada uji coba luas penelitian. Hasil akhir produk media komik fisis disajikan pada Lampiran 3 hal 273.

4. Disseminate (Penyebaran)

Tahap penyebaran dilakukan dengan menyebarluaskan komik fisis melalui seminar dan jurnal ilmiah, penyerahan produk ke sekolah-sekolah.

F. Uji Coba Produk

Tahap uji coba produk dilakukan melalui 4 tahapan, yaitu: uji perangkat penelitian; uji empiris; uji coba terbatas; dan uji luas. Uji coba media dan perangkat penelitian dinilai oleh validator yang meliputi dosen ahli, guru fisika, dan *peer reviewer*. Uji coba ini dilakukan untuk memperoleh produk dan perangkat yang layak dan valid untuk diterapkan dalam penelitian.

Uji coba empiris dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan memperoleh instrumen soal yang valid. Produk media dan perangkat penelitian yang telah

valid kemudian diterapkan dalam uji coba terbatas dan uji coba luas.

1. Uji Perangkat Penelitian dan Media

Uji perangkat penelitian adalah proses penilaian terhadap penilaian perangkat penelitian dan penilaian terhadap produk komik fisika. Penilaian perangkat penelitian terdiri dari penilaian instrumen validasi, penilaian RPP dan penilaian instrumen soal. Sedangkan uji penilaian produk media komik fisika terdiri dari penilaian aspek media, aspek materi, dan aspek kepraktisan.

a. Penilaian instrumen validasi

Instrumen validasi yang telah dibuat dilakukan penilaian oleh dosen ahli dan *peer reviewer*. Instrumen validasi yang dinilai meliputi instrumen validasi instrumen penilaian, instrumen validasi media, instrumen validasi instrumen soal representasi fisis dan HOTS. Tabel 32 menyajikan penilaian instrumen validasi yang menunjukkan kategori sangat baik. Sehingga instrumen validasi dapat dikatakan valid dan dapat diunakan untuk melakukan proses validasi lanjutan. Lebih lengkap, analisis data dapat dilihat pada Lampiran 2e.

Tabel 32. Hasil Penilaian Instrumen Validasi

No	Aspek yang dinilai	V	Keterangan
Instrumen Validasi Instrumen Penilaian			
1	Kejelasan Format	1,00	Sangat Baik
2	Kejelasan Isi	0,94	Sangat Baik
3	Kejelasan Pedoman Penskoran	0,83	Sangat Baik
4	Keterbacaan	1,00	Sangat Baik
Instrumen Validasi Media			
1	Kejelasan Format	0,94	Sangat Baik
2	Kejelasan Isi	0,94	Sangat Baik
3	Kejelasan Pedoman Penskoran	0,83	Sangat Baik
4	Keterbacaan	0,94	Sangat Baik

Instrumen Tes Soal Representasi Fisis dan HOTS			
1	Kejelasan Format	0,89	Sangat Baik
2	Kejelasan Isi	0,94	Sangat Baik
3	Kejelasan Pedoman Penskoran	0,94	Sangat Baik
4	Keterbacaan	0,94	Sangat Baik

b. Penilaian RPP

Penilaian RPP dilakukan penilaian oleh dosen ahli dan *peer reviewer*. Analisis data menunjukkan bahwa penilaian instrumen pembelajaran RPP adalah dengan kategori sangat baik. Tabel 33 menyajikan hasil penilaian RPP media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android. analisis lengkap penilaian RPP dapat dilihat pada Lampiran 2e. RPP dapat dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam penelitian uji coba di lapangan.

Tabel 33. Hasil Penilaian Validasi RPP

No	Aspek yang dinilai	Skor Baku	Keterangan
1	Kelengkapan Identitas RPP	3.00	Sangat Baik
2	Keefesienan Waktu yang Dialokasikan	2.86	Sangat Baik
3	Kesesuaian perumusan Indikator dengan KI dan KD	2.71	Sangat Baik
4	Kesesuaian Indikator dengan Kemampuan Representasi Matematis dan Berpikir Kreatif	2.86	Sangat Baik
5	Kesesuaian Perumusan Tujuan Pembelajaran	2.57	Sangat Baik
6	Kesesuaian Materi dengan Tingkat Perkembangan Kognitif Peserta Didik	2.71	Sangat Baik
7	Kesesuaian Materi dalam Upaya Meningkatkan Representasi Matematis dan Berpikir Kreatif	2.71	Sangat Baik
8	Keluasan Terdiri Fakta, Konsep, Prinsip, Hukum, dan Prosedur	2.71	Sangat Baik
9	Pemilihan Pembelajaran	2.86	Sangat Baik
10	Kesesuaian Skenario/Kegiatan Pembelajaran dengan Tujuan Pembelajaran	2.71	Sangat Baik

11	Kesempatan Kegiatan Pembelajaran Memberi Peserta Didik untuk Terlibat Aktif dalam Pembelajaran	2.71	Sangat Baik
12	Ketersediaan Kegiatan Pembelajaran dalam Rangka Meningkatkan Representasi Matematis dan Berpikir Kreatif	2.86	Sangat Baik
13	Ketercapaian Skenario/Langkah Pembelajaran Menggunakan Pendekatan Saintifik	2.86	Sangat Baik

c. Penilaian instrumen soal

Penilaian instrumen soal representasi fisis dan HOTS dilakukan oleh dosen ahli, guru fisika, dan *peer reviewer*. Analisis data menunjukkan bahwa penilaian instrumen soal diperoleh dengan kategori sangat baik. RPP dapat dinyatakan valid dan dapat dilakukan uji empiris soal serta dapat digunakan dalam penelitian uji coba di lapangan. Tabel 34 menyajikan hasil penilaian instrumen soal representasi fisis dan HOTS. Analisis lengkap penilaian instrumen soal dapat dilihat pada Lampiran 2e.

Tabel 34. Hasil Penilaian Instrumen Soal Representasi Fisis dan HOTS

Aspek	Indikator	Nomor Butir							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Substansi	Kesesuaian soal dengan materi pokok yang dipelajari	4	4	4	4	4	3	4	3
	Kesesuaian soal dengan indikator pencapaian hasil belajar	4	3	4	4	4	4	4	4
	Kesesuaian soal dengan tingkat pemahaman peserta didik	3	3	4	4	4	3	3	4
	Soal sesuai dengan indikator	4	4	4	4	3	4	4	3

	kemampuan praktek								
Konstruksi	Pernyataan pada soal dirumuskan dengan singkat dan jelas	4	4	4	4	4	3	3	4
	Butir soal tidak bergantung pada soal sebelumnya	3	3	4	4	4	4	3	4
	Batang soal menggambarkan kemampuan praktek	4	4	4	3	4	3	3	4
	Batang soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban	4	3	3	3	4	4	4	4
	Jika ada, Gambar, grafik, tabel, atau diagram jelas dan berfungsi	4	3	4	3	4	4	4	3
Bahasa	Menggunakan bahasa Indonesia yang baku	3	3	3	3	4	3	4	3
	Komunikatif dalam merumuskan kalimat pertanyaan	3	4	3	4	3	4	3	3
	Soal tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda	4	3	3	3	4	3	4	4
Judment		4	3	4	4	4	4	4	3
V'Aiken		0.82	0.80	0.82	0.81	0.84	0.82	0.81	0.80
Keterangan		Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

d. Penilaian Produk dalam Aspek Materi

Penilaian terhadap media dalam aspek materi dilakukan oleh dosen ahli media, guru fisika dan *peer reviewer*. Analisis data menunjukkan bahwa aspek materi dalam media diperoleh dengan kategori sangat baik, sehingga dapat digunakan dalam penelitian uji coba di lapangan.

Tabel 35. Hasil Penilaian Media dalam Aspek Materi

No	Aspek yang dinilai	Skor Baku	Keterangan
1	Presentasi	2.71	Sangat Baik
2	Cakupan Materi	2.86	Sangat Baik
Nilai Keseluruhan		2,79	Sangat Baik

Tabel 35 menyajikan hasil penilaian media dalam aspek materi. Hasil menunjukkan nilai keseluruhan media pada aspek materi sebesar 2,79 dalam kategori sangat baik. Analisis lengkap penilaian materi dalam media dapat dilihat pada Lampiran 2e.

e. Penilaian Produk dalam Aspek Media

Penilaian terhadap produk dalam aspek media dilakukan oleh dosen ahli media, guru fisika dan *peer reviewer*. Analisis data menunjukkan bahwa produk dalam aspek media diperoleh dengan kategori sangat baik, sehingga dapat digunakan dalam penelitian uji coba di lapangan.

Tabel 36. Hasil Penilaian Media dalam Aspek Media

No	Aspek yang dinilai	Skor Baku	Keterangan
1	Desain Komik	3.00	Sangat Baik
2	Kualitas Visual	3.00	Sangat Baik
3	Konten	2.57	Sangat Baik
4	Organisasi, Bahasa, dan Keterbacaan	2.71	Sangat Baik
Nilai Keseluruhan		2,82	Sangat Baik

Tabel 36 menyajikan hasil penilaian produk dalam aspek media. Hasil menunjukkan nilai keseluruhan media sebesar 2,82 dalam kategori sangat baik. Analisis lengkap penilaian media dapat dilihat pada Lampiran 2e.

f. Penilaian Produk dalam Aspek kepraktisan

Penilaian terhadap produk dalam aspek kepraktisan dilakukan oleh guru fisika. Uji kepraktisan dilakukan untuk menilai produk media komik fisika dalam kegunaan dan penerapannya, serta dalam segi kemudahan penggunaan. Analisis data menunjukkan bahwa kepraktisan media komik fisika diperoleh dengan kategori sangat baik, sehingga dapat digunakan dalam penelitian uji coba di lapangan.

Tabel 37. Hasil Penilaian Media dalam Aspek Kepraktisan

No	Aspek yang dinilai	Skor Baku	Keterangan
1	Persepsi Kemudahan Penggunaan	2.50	Sangat Baik
2	Kegunaan yang Dirasakan	3.00	Sangat Baik
3	Sikap	3.00	Sangat Baik
4	Penggunaan Produk yang Sebenarnya	2.50	Sangat Baik
Nilai Keseluruhan		2,75	Sangat Baik

Tabel 37 menyajikan hasil penilaian media pada aspek kepraktisan. Hasil menunjukkan nilai keseluruhan media pada aspek kepraktisan sebesar 2,75 dalam kategori sangat baik. Analisis lengkap penilaian kepraktisan media komik fisika dapat dilihat pada Lampiran 2e.

2. Uji Empiris

Hasil analisis data butir soal menggunakan *Quest* menunjukkan hasil yang *fit* terhadap *PCM*, sehingga dapat dikatakan bahwa instrumen tes representasi fisis dan HOTS adalah layak digunakan. Gambar 15 menunjukkan hasil analisa data *Quest* yang menunjukkan hasil *item fit*. Hasil analisa menunjukkan nilai *infit meansquare* berada pada rentang nilai 0,77 sampai 1,33.

UJI SOAL										
Item Fit					17/3/19 15:22					
all on all (N = 251 L = 8 Probability Level= .50)										
INFIT										
MNSQ	.56	.63	.71	.83	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	
1 item 1			.	*						.
2 item 2			.	*						.
3 item 3			.	*						.
4 item 4			.		*					.
5 item 5			.		*					.
6 item 6			.		*					.
7 item 7			.	*						.
8 item 8			.	*						.

Gambar 15. Hasil Analisis *Item Fit*

Analisa butir soal juga dilakukan untuk melihat reabilitas soal. Nilai reabilitas soal representasi fisis dan HOTS dilihat pada bagian *summary of item estimates* dan *summary of case estimates*. Interpretasi nilai reliabilitas soal dilakukan dengan membandingkan hasil analisis data yang diperoleh dengan model KR-20 pada Tabel 38.

Tabel 38. Interpretasi Nilai Reliabilitas

Nilai Reliabilitas	Interpretasi
0,00 – 0,20	Kurang Reliabel
> 0,20 – 0,40	Agak Reliabel
> 0,40 – 0,60	Cukup Reliabel
> 0,60 – 0,80	Reliabel
> 0,80 – 1,00	Sangat Reliabel

Analisis data dengan *Quest* diperoleh hasil nilai *summary of item estimates* dan *summary of case estimates* berturut-turut adalah 0,66 dan 0,85. Gambar 16 menunjukkan hasil analisa data ujii empiris soal representasi fisis dan HOTS.

<p>♀ UJI SOAL</p> <hr/> <p>Item Estimates (Thresholds) all on all (N = 251 L = 8 Probability Level= .50)</p> <hr/> <p>Summary of item Estimates</p> <hr/>		<p>♂ UJI SOAL</p> <hr/> <p>Case Estimates all on all (N = 251 L = 8 Probability Level= .50)</p> <hr/> <p>Summary of case Estimates</p> <hr/>	
Mean	-.01	Mean	.48
SD	.53	SD	.93
SD (adjusted)	.43	SD (adjusted)	.85
Reliability of estimate	.66	Reliability of estimate	.83

(a) *Summary of item estimates* (b) *Summary of case estimates*

Gambar 16. Hasil Uji Coba Empiris Soal

3. Uji Coba Terbatas

Uji penilaian produk dilakukan dengan menerapkan media komik fisika dalam pembelajaran, sedangkan guru fisika berperan sebagai penilai dengan mengamati dan mengobservasi jalannya pembelajaran. Uji coba dilakukan pada 2 kelas. Tahap 1 diterapkan pada siswa kelas XI MIPA 2 sebanyak 28 anak. Penilaian produk media tahap 1 disajikan pada Tabel 39 dan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2h.

Tabel 39. Hasil Uji Coba Terbatas Penilaian Produk Media Tahap I

Materi		Media	Rata-Rata
Representasi Fisis	HOTS	Angket	
3,59	3,31	4,330	3,74
Baik	Baik	Sangat Baik	Baik

Penilaian produk media komik fisika pada tahap I diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,74, yaitu dalam kategori baik. Saran dan penilaian dari hasil observasi guru fisika dalam penerapan media komik fisika pada tahap 1 digunakan sebagai bahan evaluasi proses pembelajaran. Tahap 2 memaksimalan media komik fisika diterapkan pada siswa kelas XI MIPA 3 sebanyak 30 anak. Penilaian produk media tahap 2 disajikan pada Tabel 40 dan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2h.

Tabel 40. Hasil Uji Coba Terbatas Penilaian Produk Media Tahap II

Materi		Media	Rata-Rata
Rpresentasi Fisis	HOTS	Angket	
4,40	3,98	4,458	4,28
Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

Proses pembelajaran pada uji coba terbatas tahap 2 telah dilakukan dengan melakukan evaluasi pembelajaran sebelumnya. Saran dan penilaian guru fisika dijadikan bahan untuk memaksimalkan penerapan media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android dalam proses pembelajaran. Penilaian kelayakan media Tahap 2 menunjukkan peningkatan kuallitas. Nilai rata-rata diperoleh 4,28 yang menunjukkan kategori sangat baik.

4. Uji Luas

Uji luas penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android untuk meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik. pengaruh penerapan produk media komik fisika dalam meningkatkan variable

dilihat dari perbandingan nilai tes paa kelas eksperimen dan kelas kontrol. peningkatan variabel penelitian dilihat dari nilai gain, selisih nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas yang diberikan treatment. Hasil penilaian tes kemampuan representasi fisis dan HOTS disajikan berturut-turut pada Tabel 41 dan Tabel 42, dan analisis secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2i.

a. Hasil Tes Kemampuan Reprerentasi Fisis

Hasil analisis data disajikan pada Tabel 41, menunjukkan bahwa nilai Gain tes kemampuan representasi fisis kelas eksperimen dan kelas kontrol berturut-turut adalah 0,737 dan 0,637. Terlihat bahwa nilai gain tes representasi fisis kelas eksperimen lebih tinggi dan termasuk dalam kategori tinggi.

Tabel 41. Hasil Tes Kemampuan Representasi Fisis

No	Kelas	Jumlah Peserta Didik	Rata-Rata Kemampuan Representasi Fisis		Rata-Rata Nilai Gain	Kategori
			<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
1	Eksperimen	34	$36.25 \pm 9,171$	$83.61 \pm 4,376$	0.737	Tinggi
2	Kontrol	36	$35.29 \pm 5,426$	$76.47 \pm 10,837$	0.637	Sedang

b. Hasil Tes HOTS

Hasil analisis data disajikan pada Tabel 42, menunjukkan bahwa nilai Gain tes HOTS kelas eksperimen dan kelas kontrol berturut-turut adalah 0,801 dan 0,723. Terlihat bahwa nilai gain tes HOTS fisis kelas eksperimen lebih tinggi.

Tabel 42. Hasil Tes HOTS

No	Kelas	Jumlah Peserta Didik	Rata-Rata Kemampuan HOTS		Rata-Rata Nilai Gain	Kategori
			<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
1	Eksperimen	34	17.50 ± 3,219	83.61 ± 5,804	0,801	Tinggi
2	Kontrol	36	16.32 ± 7,016	77.06 ± 8,199	0,723	Tinggi

5. Uji Statistik

Uji statistik dalam penelitian dilakukan dengan uji analisis multivariat (MANOVA) dan uji statistik pada GLM. Uji manova digunakan untuk melihat pengaruh produk terhadap peningkatan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik, sedangkan uji pada GLM digunakan untuk melihat keefektifan produk.

a. Uji Normalitas

Analisis data dilakukan dengan software SPSS. Tabel 43 menyajikan hasil uji normalitas data, sedangkan hasil analisis data secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2j.

Tabel 43. Hasil Uji Normalitas

Kelas	Kolmogov-Smirov*			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig	Statistic	df	Sig
Nilai Pre_Kontrol_Fisis	.193	34	.002	.941	34	.067
Pos_Kontrol_Fisis	.209	34	.001	.947	34	.097
Pre_Kontrol_HOTS	.151	34	.048	.953	34	.155
Pos_Kontrol_HOTS	.135	34	.119	.958	34	.217
Pre_Ekp_Fisis	.169	36	.011	.951	36	.117
Pos_Ekp_Fisis	.165	36	.014	.940	36	.051
Pre_Ekp_HOTS	.167	36	.013	.934	36	.052
Pos_Ekp_HOTS	.185	36	.003	.940	36	.051

Hasil analisis data menunjukkan bahwa diperoleh nilai *significant* lebih dari 0,05 uji analisis normalitas *Shapiro-wilk* pada data sebaran *pretest* representasi kelas kontrol; *posttest* representasi kelas kontrol; *pretest* HOTS kelas kontrol; *posttest* HOTS kelas kontrol; *pretest* representasi fisis kelas eksperimen; *posttest* fisis representasi kelas eksperimen; *pretest* HOTS kelas eksperimen; dan *posttest* HOTS kelas eksperimen.

b. Uji Homogenitas

Analisis data dilakukan dengan software SPSS. Tabel 44 menyajikan hasil uji homogenitas data untuk variabel representasi fisis dan HOTS, sedangkan hasil analisis data secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2k.

Tabel 44. Hasil Uji Homogenitas

No	Dependent Variable	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1	Kemampuan Representasi Fisis	2.897	1	68	0.093
2	HOTS	2.056	1	68	0.156

Tabel 44 menyajikan hasil analisis homogenitas data dengan nilai signifikansi *sig* berturut-turut sebesar 0,093 dan 0,156. Maka H_0 diterima, sehingga menunjukkan bahwa nilai tes kemampuan representasi fisis dan HOTS memiliki variansi yang hampir sama.

c. Uji MANOVA

Uji statistik MANOVA diterapkan untuk melihat adanya perbedaan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tabel 45 menyajikan hasil analisa data uji

MANOVA. Analisis secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 21.

Tabel 45. *Multivariate Test*

Within Subjects	<i>Effect</i>	<i>Value</i>	F	<i>Sig.</i>
Time	<i>Hottelling's Trace</i>	49,020	1642,16	0,000
Time *Kelas	<i>Hottelling's Trace</i>	0,135	4,513	0,014

Nilai signifikansi pada *Hottelling's Trace* uji statistik *Time* dan *Time*Kelas* menunjukkan nilai statistik sebesar 0,000 dan 0,135, yaitu nilainya kurang α dari 0.05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat adanya perbedaan yang signifikan dari media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android (variabel independen) terhadap kemampuan representasi fisis dan HOTS (variable dependen). Dengan diperolehnya nilai $\text{sig} < \alpha$, maka H_0 ditolak, sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan atau pengaruh yang signifikan dari kemampuan representasi fisis dan HOTS siswa dengan pembelajaran media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android dan pembelajaran diskusi menggunakan *mobile learning*. Perbedaan ini kemudian dilanjutkan dengan melihat keefektifan pada uji statistik selanjutnya.

d. Uji Statistik pada *General Linear Model* (GLM)

1) Uji Hipotesis 1

Hasil uji hipotesis untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan

antara nilai *pretest-posttest* dari kemampuan representasi fisis dan HOTS pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dilakukan dengan melihat hasil analisis pada Tabel 46

Tabel 46. Univariate Tests

Variabel	Source		F	Sig
Representasi Fisis	Time*Kelas	Greenhouse-Geisser	5,666	.020
HOTS	Time*Kelas	Greenhouse-Geisser	4,514	.037

Tabel 46 menyajikan hasil analisis *Univariate Test*, diperoleh bahwa nilai $\text{sig.} < 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulannya adalah terdapat perbedaan antara *time (pretest-posttest)* kemampuan representasi fisis dan HOTS pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Adanya perbedaan ini menunjukkan perubahan skor *pretest* menuju *posttest* pada masing-masing kelas berbeda secara signifikan. Perubahan skor dapat diartikan dengan adanya peningkatan ataupun penurunan, sehingga dilanjutkan pada uji hipotesis 2.

2) Uji Hipotesis 2

Uji statistik hipotesis 2 dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan nilai kemampuan representasi fisis pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Berdasarkan Tabel 47 diketahui bahwa nilai signifikansi $< 0,05$, maka ada peningkatan secara signifikan antara skor *pretest-posttest* kemampuan representasi fisis pada setiap kelompok. Pada tes kemampuan representasi fisis, nilai mean

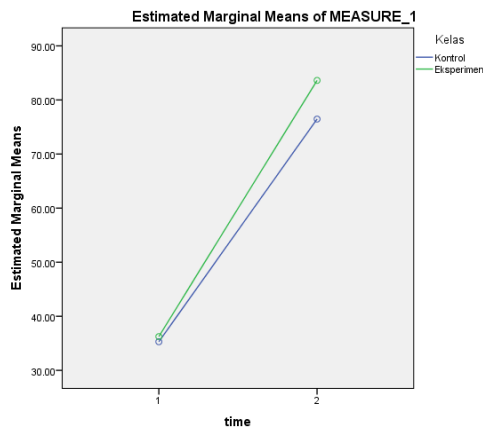
differences (MD) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar -47.361; dan -41,176.

Berdasarkan nilai MD dari *pretest* menuju *posttest* yang bernilai negatif pada setiap kelompok, maka diketahui bahwa rerata skor *posttest* lebih tinggi dari pada rerata skor *pretest*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan yang signifikan antara skor *pretest-posttest* kemampuan representasi fisis setiap kelompok.

Tabel 47. Pairwise Comparisons

Kemampuan representasi	Kelas	(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Sig.z
Representasi Fisis	Eksperimen	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-47.361	.00
	Kontrol	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-41,176	.00
HOTS	Eksperimen	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-66,111	.00
	Kontrol	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-60,735	.00

Gambar 17 menyajikan pola perubahan peningkatan kemampuan representasi fisis peserta didik. Diperoleh bahwa peningkatan nilai kemampuan representasi fisis pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini ditandai dengan nilai *posttest* kelas eksperimen yang menunjukkan point pada titik yang lebih tinggi pada grafik.



Gambar 17. Peningkatan Kemampuan Representasi Fisis

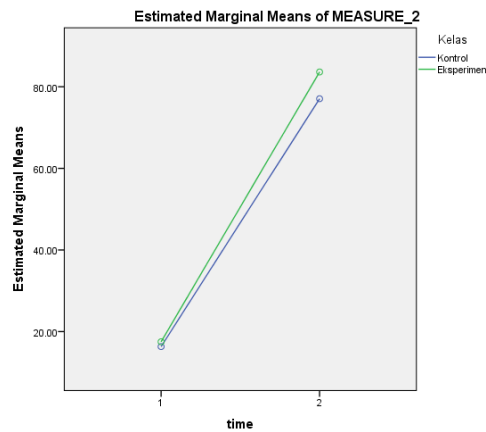
3) Uji Hipotesis 3

Uji statistik hipotesis 2 dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan nilai HOTS pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Berdasarkan Tabel 47 diketahui bahwa nilai signifikansi $< 0,05$, maka ada peningkatan secara signifikan antara skor *pretest-posttest* HOTS pada setiap kelompok. Pada tes kemampuan HOTS, nilai mean differences (MD) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar -66,111; dan -60,735.

Berdasarkan nilai MD dari *pretest* menuju *posttest* yang bernilai negatif pada setiap kelompok, maka diketahui bahwa rerata skor *posttest* lebih tinggi dari pada rerata skor *pretest*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan yang signifikan antara skor *pretest-posttest* HOTS setiap kelompok.

Gambar 18 menyajikan pola perubahan peningkatan HOTS peserta didik. Diperoleh bahwa peningkatan nilai HOTS pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini ditandai

dengan nilai *posttest* kelas eksperimen yang menunjukkan point pada titik yang lebih tinggi pada grafik.



Gambar 18. Peningkatan HOTS

4) Uji Hipotesis 4

Sumbangan efektif dari penggunaan komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung*, dan pembelajaran diskusi terhadap kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik diperoleh dari hasil uji *Multivariate tipe Hotelling's Trace* pada GLM.

Tabel 48. *Multivariate Test tipe Hotelling's trace* pada kemampuan representasi fisis dan HOTS

Kemampuan representasi	Keles	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squared</i>
Representasi Fisis	Eksperimen	684,051	.00	.910
	Kontrol	488,337	.00	.878
HOTS	Eksperimen	1405,576	.00	.954
	Kontrol	1120,370	.00	.943

Tabel 48 menunjukkan besar sumbangan efektif yang diberikan komik fisika berbasis kearifan local *long bumbung* dalam meningkatkan kemampuan representasi fisis peserta didik sebesar

91% dan HOTS sebesar 95,4%.

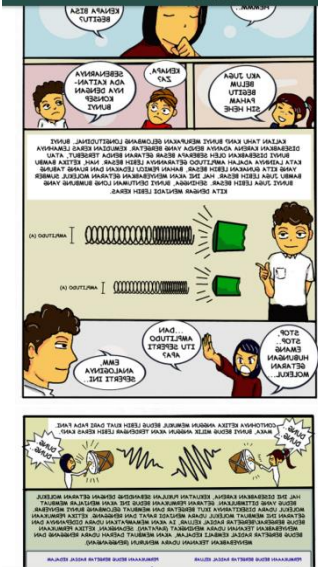
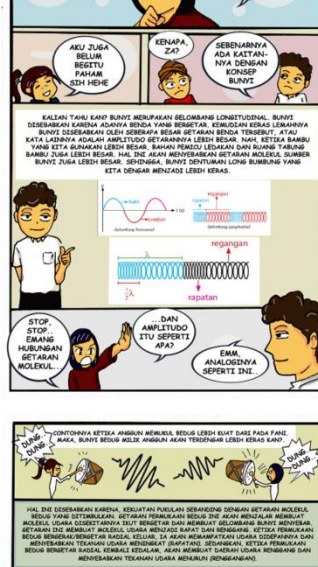


Besarnya sumbangan pembelajaran diskusi dalam meningkatkan kemampuan representasi fisis peserta didik sebesar 87,8% dan HOTS sebesar 94,3%, Jadi dapat disimpulkan bahwa komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* memberikan sumbangan efektif paling besar dalam meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik jika dibandingkan penggunaan pembelajaran diskusi.

G. Revisi Produk

1. Revisi Produk Ahli Materi



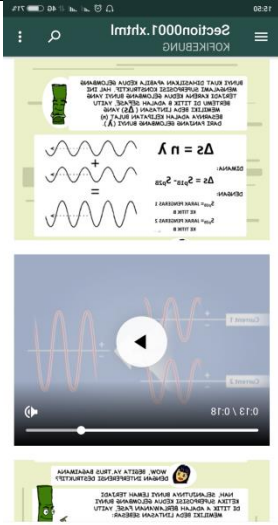

Produk rancangan awal media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* dilakukan penilaian dalam aspek materi oleh dosen ahli materi, guru fisika, dan peer reviewer. Evaluasi produk aspek materi dilakukan dengan memperbaiki konsep fisika tentang gelombang longitudinal bunyi, melengkapi informasi dasar konsep bunyi, dan mengeksplor lebih dalam aspek fisis dalam kearifan lokal *long bumbung*. Tabel 49 menyajikan proses evaluasi produk dilakukan untuk meningkatkan media dalam aspek materi.

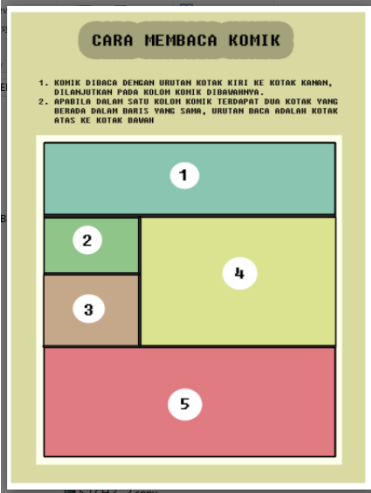
Tabel 49. Evaluasi Produk Materi

No	Hasil Evaluasi Produk dalam Aspek Materi	
	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1		
	<p>Saran Perbaikan Perbaiki dan pelajari lagi konsep amplitudo dalam gelombang longitudinal,</p>	
2		
	<p>Saran Perbaikan Dijelaskan bagaimana gelombang bunyi (longitudinal) dapat ditampilkan dalam layar sebagai gelombang transversal ketika dilihat dengan sensor suara</p>	

proses evaluasi produk dilakukan untuk meningkatkan media dalam aspek media.

Tabel 50. Evaluasi Produk Media

No	Hasil Evaluasi Produk dalam Aspek Media	
	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1		
	Saran Perbaikan Pada sover perlu ditambah info target user (untuk siswa kelas berapa?)	
2		
	Saran Perbaikan Menambahkan judul pada video yang ada pada komik	

3	-	
	Saran Perbaikan Perlu adanya urutan cara membaca komik (lazimnya dari kiri ke kanan)	

3. Revisi Soal Kemampuan Representasi Fisis dan HOTS

Instrumen tes representasi fisis dan HOTS dilakukan penilaian tahap 1 dengan penilaian validasi soal oleh dosen ahli, guru fisika, dan peer reviewer. Sedangkan penilaiantahap 2 dilakukan dengan melakukan uji empiris soal. Evaluasi dan revisi instrumen tes representasi fisis dan HOTS dilakukan perbaikan dalam aspek penskoran butir soal, perbaikan tata tulis dan bahasa soal, serta penyesuaian butir soal dengan indikator dan level kognitif soal. Tabel 51 menyajikan proses evaluasi instrumen soal representasi fisis dan HOTS.

Tabel 51. Evaluasi Instrumen Soal Representasi Fisis dan HOTS

No	Hasil Evaluasi Instrumen Soal			
	Sebelum Revisi		Setelah Revisi	
1	<p>Pembahasan</p> <p>Memahami permasalahan: Diketahui: $P = 314 \text{ watt}$ $I_0 = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$ $TI = 100 \text{ dB}$ Ditanya: Besar jarak Raya ke sumber bunyi?</p> <p>Solusi:</p> <p>1. Merencanakan penyelesaian</p> <ul style="list-style-type: none">Menuliskan persamaan taraf intensitas bunyi $TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$Menuliskan hubungan intensitas bunyi dengan daya dan jarak $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ <p>2. Menyelesaikan permasalahan</p> <ul style="list-style-type: none">Mencari besar intensitas bunyi (I) $TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ $100 = 10 \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$ $10 = \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$ $\log 10^{10} = \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$ $10^{10} = \frac{I}{10^{-12}}$ $I = 10^{-2} \text{ watt/m}^2$Menhitung jarak Raya dengan sumber bunyi $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ $10^{-2} = 314 / 4,3,14 r^2$ $r^2 = 10000 / 4 = 2500$ $r = 50 \text{ m}$	<p>Skor Penilaian</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>Pembahasan</p> <p>Memahami permasalahan: Diketahui: $P = 314 \text{ watt}$ $I_0 = 10^{-12} \text{ watt/m}^2$ $TI = 100 \text{ dB}$ Ditanya: Besar jarak Raya ke sumber bunyi?</p> <p>Solusi:</p> <p>Merencanakan penyelesaian</p> <p>Menuliskan persamaan taraf intensitas bunyi $TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$</p> <p>Menuliskan hubungan intensitas bunyi dengan daya dan jarak $I = \frac{P}{4\pi r^2}$</p> <p>Menyelesaikan permasalahan</p> <p>Mencari besar intensitas bunyi (I) $TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$ $100 = 10 \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$ $10 = \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$ $\log 10^{10} = \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right)$ $10^{10} = \frac{I}{10^{-12}}$ $I = 10^{-2} \text{ watt/m}^2$</p> <p>Menhitung jarak Raya dengan sumber bunyi $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ $10^{-2} = 314 / 4,3,14 r^2$ $r^2 = 10000 / 4 = 2500$ $r = 50 \text{ m}$</p> <p>Menafsirkan solusi</p> <p>Menyaa dari hubungan jarak terhadap intensitas bunyi</p>	<p>Skor Penilaian</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
	<p>Saran Perbaikan</p> <p>Penskoran dibuat 5. 1 point untuk setiap langkah pengerjaan</p>			
2	<p>Anggun, Fani dan <i>long bumbung</i> berada disebuah garis lurus. Anggun berada disebelah kanan Fani sejauh 400 m, dan Fani berada di sebelah kanan <i>long bumbung</i> sejauh 400 m.. Jika Anggun mendengar bunyi ledakan <i>long bumbung</i> dengan intensitas 10^{-3} watt/m^2, maka taraf intensitas di titik Anggun dan Fani adalah...(log 4 = 0,6)</p>	<p>Anggun, Fani dan <i>long bumbung</i> berada disebuah garis lurus. Anggun berada disebelah kanan Fani sejauh 400 m, dan Fani berada di sebelah kanan <i>long bumbung</i> sejauh 400 m.. Jika Anggun mendengar bunyi ledakan <i>long bumbung</i> dengan intensitas 10^{-3} watt/m^2, maka perbandingan taraf intensitas di titik Anggun dan Fani adalah...(log 4 = 0,6)</p>		
	<p>Saran Perbaikan</p> <p>Gunakan pertanyaan yang sesuai dengan aspek variabel representasi yang ingin ditingkatkan. menambahkan pertanyaan dengan “perbandingan”</p>			

H. Kajian Produk Akhir

Produk penelitian media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android dikembangkan dengan model pengembangan 4D, melalui tahapan 1) *Define* (Definisi); 2) *Design* (Perancangan); 3) *Develop* (Pengembangan); dan 4) *Disseminate* (Penyebaran). Proses pengembangan

produk media komik fisika dilakukan dengan melakukan penilaian oleh dosen ahli, guru fisika, dan peer reviewer. Proses pengembangan media dilakukan dengan melakukan evaluasi dan revisi sebanyak 3 kali tahapan, yakni mulai dari evaluasi dan revisi rancangan awal produk; evaluasi dan revisi dalam uji coba terbatas; dan evaluasi dan revisi dalam uji coba luas.

Produk media komik fisika dikembangkan dengan format file *.EPUB, yaitu format file dalam bentuk buku digital dalam bentuk *E-Book offline*. Produk media dapat dibaca dalam sistem android *smartphone* menggunakan aplikasi pembaca buku digital, seperti *Reasily*, *Himawari Reader*, *EPUB-Reader* dan lainnya.

Produk media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android yang dikembangkan memiliki karakteristik diantaranya adalah:

- a. Produk media komik fisika dalam format Epub dan diakses dalam bentuk *offline*.
- b. Produk media komik fisika yang dikembangkan dengan basis kearifan lokal *long bumbung* pada materi gelombang bunyi
- c. Penggunaan android memungkinkan pembaca dan pengguna menggunakan produk media komik fisika didalam kelas maupun diluar kelas.
- d. Pengembangan produk komik fisika dilakukan untuk meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS pada materi gelombang bunyi.

Penilaian produk komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung*

berbantu android terdiri dari uji kelayakan produk dan keefektifan produk dipaparkan sebagai berikut:

1. Kelayakan Produk

Media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android yang dikembangkan adalah layak sebagai media dalam proses pembelajaran di kelas. Uji kelayakan produk terlihat dari penilaian dan evaluasi dari dosen ahli, guru fisik, dan *peer reviewer*, serta didukung respons peserta didik.

Hasil analisis data menyajikan bahwa: (1) hasil penilaian produk pada aspek materi memperoleh rerata skor 2,79 dengan kategori sangat baik; (2) hasil penilaian produk pada aspek media memperoleh rerata skor 2,82 dengan kategori sangat baik; (3) hasil penilaian produk pada aspek kepraktisan penggunaan media memperoleh rerata skor 2,75 dengan kategori sangat baik.

Produk media akhir hasil pengembangan melewati dua kali tahap revisi. Revisi pertama berdasarkan penilaian, saran dan komentar ahli, praktisi dan teman sejawat. Revisi kedua dilakukan berdasarkan hasil keterbacaan respons peserta didik. Hasil penilaian kelayakan produk dari respon peserta didik memperoleh rerata skor akhir 4,28 dengan kategori sangat baik.

2. Keefektifan Produk

Produk media komik fisika dikembangkan terbukti dapat meningkatkan minat dan ketertarikan peserta didik. komik yang dikembangkan dengan alur cerita menarik yang menampilkan fitur humor, lucu, budaya lokal, ilmiah memberikan nilai lebih daripada buku paket. selain itu, komik fisika dalam bentuk *offline* dan dalam sistem android memungkinkan media komik fisika dapat digunakan secara luas tanpa terpaku waktu penggunaan. Guru fisika dengan mudah menggunakan media komik ini. Hal ini ditunjukan dengan penilaian kelayakan produk yang diperoleh. Hasil ini sejalan dengan pernyataan Guérin, Rigaud, Bertet, dan Revel (2017), (Babaian and Chalian, 2014), Kim, Chung, Jang, dan Chung (2017), dan Hosler dan Boomer (2011), Bahwa buku komik memuat kode naratif unik yang terdiri dari campuran gambar dan teks dalam menceritakan sebuah cerita selain menyajikan informasi, memiliki daya tarik yang kuat untuk memancing minat baca melalui fitur humor, naratif, dan representasi visual, serta dapat digunakan dengan mudah. (Hadi and Dwijananti, 2015) menyatakan, komik dalam bentuk aplikasi *mobile* juga memungkinkan penghematan kertas, terlebih komik dalam bentuk aplikasi bisa memiliki lebih dari satu fitur, yakni tersedia tes *online*, animasi, serta materi memberikan nilai media yang lebih baik.

Produk media komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android dinilai keefektifannya. Keefektifan produk dilakukan dengan ujicoba luas, dimana produk media komik telah melalui tahap

validasi, evaluasi, dan revisi. Produk media komik berbasis kearifan lokal *long bumbung* dinyatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS peserta didik. Hasil analisis data menggunakan GLM menunjukkan bahwa besarnya sumbangan efektif media komik fisis berbasis kearifan lokal *long bumbung* dalam meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS sebesar 91% dan 95,4% lebih besar jika dibandingkan dengan kelas kontrol dengan pembelajaran diskusi.

Komik fisis yang dikembangkan dengan analisis fisis yang kontekstual dengan kearifan lokal. Komik fisis dikemas dengan memberikan treatment fenomena fisis berdasarkan fakta-fakta, konsep fisis, hukum, prinsip dan teori gelombang bunyi secara struktural. Fenomena fisis yang diberikan sebagai treatment dalam komik membuktikan bahwa media komik fisis berhasil meningkatkan kemampuan representasi fisis dan HOTS dalam kategori tinggi. Dengan memberikan spesifikasi lebih pada media komik fisis, seperti contoh soal, latihan soal, dan video pendukung dapat memberikan penambahan informasi fisis yang mendalam yang dapat membawa pada pembelajaran berfikir tingkat tinggi. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Grootens-Wiegers *et al* (2015); (Widyastuti, Mardiyana and Saputro, 2017); Craig, Gholson, Brittingham, Williams, dan Shubeck (2012); Labutov, Busu, Vanderwende (2013); Ozdemir (2017); Egusa (2014) Menjelaskan bahwa buku komik memiliki keunggulan dibandingkan buku teks pada umumnya,

yaitu dengan memperkenalkan konsep kumci, komik fisika dapat menimbulkan banyak perspektif dari pemikiran pembaca secara visual maupun verbal, menduga alur cerita awal dan akhir, menjumpai momen klimaks, dan merasakan kompleksitas cerita yang rumit. Selain itu, Komik sebagai media belajar terbukti dapat menyampaikan informasi masuk dengan cara yang jelas, koheren, dan menyenangkan.

Produk komik fisika dikembangkan dengan basis kearifan lokal *long bumbung*. Kearifan lokal ini juga mempromosikan penanaman nilai budaya leluhur sebagai upaya pelestarian budaya. Kearifan lokal *long bumbung* terbukti dapat dijadikan sebagai elemen utama dalam mengembangkan produk media komik fisika. Proses pembelajaran menunjukkan adanya ketertarikan peserta didik terhadap permainan *long bumbung*, sehingga budaya lokal juga dapat diintegrasikan dalam pembelajaran fisika yang kontekstual. Anwari, Nandi, Sulistyowati (2016); Subali, Sopyan, Ellianawati (2015) menyatakan bahwa kearifan lokal sebagai model untuk belajar sains memungkinkan siswa untuk membangun pembelajaran kontekstual, yaitu menjadikan belajar menjadi lebih bermakna dan menjadi lebih mudah diakses bagi siswa di masyarakat lokal.

I. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan komik fisika berbasis kearifan lokal *long bumbung* berbantu android yang dilakukan memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Jam istirahat sekolah berada diantara jam fisika. Sehingga, alokasi waktu sedt terbuang untuk menunggu peserta didik kembali ke kelas selepas jam istirahat.
2. Jam pembelajaran fisika berada pada jam siang, sehingga peserta didik kurang berkonsentrasi dalam proses pembelajaran.
3. Terdapat *smartphone* peserta didik yang tidak dapat membaca file epup (buku digital), sehingga harus berbagi smartphone ketika proses pembelajaran berlangsung.