

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

“Interactive Physics Mobile Learning Media” (IPMLM) yang telah dikembangkan merupakan media pembelajaran interaktif berbasis Android yang berisi materi karakteristik gelombang mekanik. IPMLM dikembangkan berdasarkan model penelitian 4D, model penelitian tersebut terdiri dari empat tahap pengembangan. Empat tahap tersebut meliputi:

1. *Defining* (Pendefinisian)

Pada tahap ini pendefinisian dilakukan dengan cara menganalisis kebutuhan berdasarkan informasi yang diperoleh dari siswa dan lingkungan sekolah sebagai langkah awal untuk mengumpulkan data sebagai bahan pengembangan aplikasi IPMLM. Tahap pendefinisian meliputi:

a. Studi pendahuluan

Tahap awal dalam penelitian ini adalah dengan melakukan studi pendahuluan yang terdiri dari studi pustaka dan studi lapangan. Studi pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi-informasi dari artikel-artikel yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Tujuan lain dilakukannya tahap ini juga untuk mengetahui masalah dan kendala yang terjadi selama proses pembelajaran berlangsung di sekolah.

Hasil studi pustaka diketahui bahwa siswa di abad 21 perlu memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) sebagai penunjang untuk menghadapi zaman yang semakin maju. Selain kemampuan berpikir tingkat

tinggi, kurikulum yang berlaku saat ini juga menuntut siswa untuk mengembangkan ranah afektifnya. Ranah afektif dalam penelitian ini difokuskan pada sikap toleransi siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis android dalam *smartphone* dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa (Polly & Ausband, 2015), dan terbukti jika terjadi peningkatan hasil belajar atau prestasi siswa maka sikap toleransi siswa dapat meningkat walaupun signifikansinya rendah (Apino, 2016).

b. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan pada awal perencanaan penelitian. Analisis kebutuhan penting dilakukan untuk mengetahui kondisi siswa dan kendala yang dialami oleh siswa saat proses pembelajaran sehingga menjadi bahan pertimbangan dalam mengembangkan media. Analisis ini dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi, kemampuan dan pengalaman siswa, baik sebagai individu maupun sebagai kelompok melalui wawancara.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan terhadap siswa dan observasi langsung terhadap kondisi sekolah tempat penelitian, maka diketahui masalah dan kendala yang dialami siswa selama pembelajaran berlangsung seperti, siswa kurang bertindak aktif selama pembelajaran berlangsung dikarenakan model pembelajaran yang hanya berfokus pada guru, model pembelajaran dan media pembelajaran yang selama ini digunakan dirasa kurang cocok untuk mengembangkan HOTS siswa karena siswa tidak dituntut aktif untuk mengembangkan kemampuan tersebut, alat evaluasi yang digunakan selama

ini hanya untuk mengukur LOTS karena selama ini kemampuan HOTS siswa tidak dikembangkan.

c. Analisis Kurikulum dan Materi Pembelajaran

Analisis Kurikulum dan Materi Pembelajaran dilakukan terhadap Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang bertepatan dengan waktu penelitian berlangsung. Berdasarkan analisis tersebut kemudian dirumuskan tujuan pembelajaran yang disesuaikan juga dengan indikator HOTS dan toleransi siswa terhadap materi karakteristik gelombang mekanik. Hasil analisis kurikulum 2013 revisi 2017 yang dikembangkan ditunjukkan dalam Tabel 13.

Tabel 13. KI dan KD yang Dikembangkan

KI	KI-1	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
	KI-2	Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsive dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan social dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
	KI-3	Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural 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 prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
	KI-4	Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.
KD	3.8	Menganalisis karakteristik gelombang mekanik
	4.8	Melakukan percobaan tentang salah satu karakteristik gelombang

Hasil pengkajian KI dan KD kemudian menjadi acuan untuk merumuskan tujuan pembelajaran pada materi karakteristik gelombang mekanik. Tujuan pembelajaran yang dirumuskan ditunjukkan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Tujuan Pembelajaran

Pertemuan ke	Tujuan Pembelajaran
Pertemuan 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mampu menelaah gelombang berdasarkan jenis gelombang 2. Siswa mampu mengkaji besaran-besaran fisis dalam gelombang 3. Siswa mampu mengidentifikasi sifat-sifat fisis gelombang. 4. Siswa mampu menunjukkan sikap toleransi kepada sesama dalam melakukan diskusi dalam kelompok.
Pertemuan ke 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mampu menelaah sifat pemantulan (refleksi) dan pembiasan (refraksi) gelombang melalui percobaan 2. Siswa mampu menerapkan konsep sifat pemantulan dan pembiasan gelombang untuk memecahkan masalah yang terkait. 3. Siswa mampu menunjukkan sikap toleransi kepada sesama dalam melakukan percobaan dalam kelompok.
Pertemuan ke 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mampu mengidentifikasi sifat lenturan (difraksi) dan perpaduan (interferensi) gelombang melalui diskusi kelompok. 2. Siswa mampu menerapkan konsep sifat difraksi dan interferensi gelombang untuk memecahkan masalah terkait. 3. Siswa mampu menunjukkan sikap toleransi kepada sesama dalam melakukan diskusi dalam kelompok.

Pengembangan media pembelajaran seperti *interactive physics mobile learning media* penting dilakukan karena dapat menjadi wadah bagi siswa untuk mengatur sistem belajar sesuai kemampuannya dan menyaring informasi digital yang ia perlukan, kemampuan tersebut secara tidak langsung

dapat mengasah kemampuan abad ke-21 siswa (Claro, Preiss & Martin, 2012).

Menyampaikan materi fisika dengan visualisasi yang menarik tidak hanya dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap materi yang diajarkan sikap positifnya, namun juga dapat meningkatkan hasil belajar (Hwang & Chang, 2011). Penggunaan mobile learning juga dapat memudahkan siswa dalam menggali informasi lebih banyak serta mendapatkan umpan balik yang lebih cepat mengenai apa yang telah ia pelajari (Wang, 2010).

2. *Designing* (Perancangan)

Tahap perancangan dilaksanakan setelah mengetahui kebutuhan dan kondisi siswa melalui tahap pendefinisian. Tahap perancangan terdiri dari pemilihan format dan rancangan awal yang menghasilkan draf awal produk.

a. Desain Perangkat Pembelajaran

Draf IPMLM dikembangkan dan dalam aplikasinya di lapangan selama proses pembelajaran dilakukan dengan model *Guided Discovery Learning* dan pendekatan *scaffolding* pada materi karakteristik gelombang mekanik untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa. Model pembelajaran *Guided Discovery* digunakan karena langkah-langkah pembelajaran dalam model pembelajaran tersebut memiliki kemiripan dengan langkah-langkah pembelajaran dalam pendekatan *scaffolding* sehingga diharapkan mampu meningkatkan HOTS dan toleransi siswa. Draf IPMLM yang dikembangkan meliputi:

1) RPP

RPP dikembangkan berdasarkan Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah. RPP untuk materi

karakteristik gelombang mekanik dilaksanakan dengan pendekatan *scaffolding*. RPP disusun untuk tiga kali pertemuan. Pertemuan 1, membahas tentang jenis-jenis gelombang, besaran-besaran fisis gelombang. Pertemuan 2, membahas tentang sifat pemantulan gelombang dan sifat pembiasan gelombang. Pertemuan 3, membahas tentang sifat lenturan gelombang dan sifat perpaduan gelombang. Sesuai dengan teori tentang pendekatan *scaffolding*, pada pertemuan pertama semua interaksi dilaksanakan dalam proses pembelajaran, kemudian interaksi tersebut dikurangi pada pertemuan selanjutnya, pada penelitian ini interaksi di pertemuan kedua hanya dilakukan sebanyak 80%, kemudian di pertemuan ke tiga hanya sebanyak 60%.

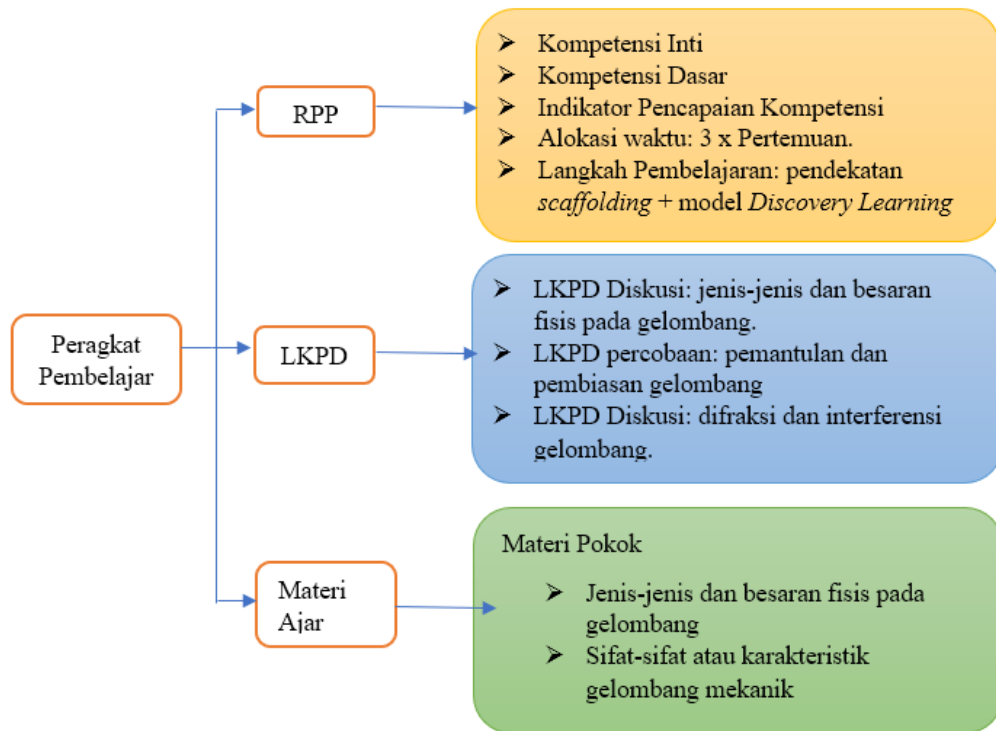
2) Lembar kerja siswa

Lembar kerja siswa dikembangkan berdasarkan Depdiknas (2008) tentang pedoman pengembangan bahan ajar, dan disesuaikan dengan langkah dalam model pembelajaran *Guided Discovery Learning* dan indikator sikap toleransi. Lembar kerja siswa disusun untuk tiga kali pertemuan pembelajaran, terdiri dari kegiatan diskusi dan praktikum sederhana.

3) Materi ajar

Materi ajar dalam penelitian ini adalah karakteristik gelombang mekanik. Materi tersebut meliputi konsep, contoh soal, lembar kerja siswa dan dilengkapi dengan gambar dan audio visual. Setelah semua materi yang dibutuhkan terusun, kemudian dimasukkan ke media IPMLM.

Rancangan perangkat pembelajaran dibuat setelah tahap-tahap perancangan selesai dilakukan. Rancangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 28.



Gambar 28. Desain Perangkat Pembelajaran

b. Desain Instrumen dan Lembar Evaluasi

1) Desain Instrumen Penilaian Kelayakan dan Validasi Instrumen Pengumpulan Data

Produk dan instrumen pengumpulan data dinilai kelayakannya terlebih dahulu. Instrumen penilaian kelayakan yang disusun adalah penilaian kelayakan RPP, penilaian kelayakan LKPD, penilaian kelayakan media, penilaian kelayakan angket penilaian produk IPMLM oleh ahli media dan ahli materi, penilaian kelayakan angket respon siswa, penilaian kelayakan lembar observasi keterlaksanaan, angket respon siswa terhadap media

IPMLM, angket respon siswa terhadap pembelajaran, instrumen validasi soal HOTS, instrumen validasi angket toleransi, instrumen validasi soal HOTS dan instrumen validasi angket toleransi.

a) Instrumen Penilaian Kelayakan RPP

Instrumen penilaian kelayakan RPP disusun dengan mengacu pada Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah dan silabus Kurikulum 2013 yang disesuaikan dengan interaksi-interaksi pada level-level scaffolding dan sintaks model *guided discovery learning*.

b) Instrumen Penilaian Kelayakan LKPD

Instrumen penilaian kelayakan LKPD disusun dengan mengacu pada Depdiknas (2008) tentang pedoman pengembangan bahan ajar. Aspek yang dinilai pada LKPD adalah aspek isi, aspek penyajian, aspek tampilan dan aspek bahasa.

c) Instrumen Penilaian Kelayakan IPMLM

IPMLM dinilai oleh dosen ahli materi dan dosen ahli media. Aspek yang dinilai oleh dosen ahli materi yaitu pembelajaran, aspek materi. Sedangkan aspek yang dinilai oleh dosen ahli media yaitu aspek rekayasa perangkat lunak dan aspek komunikasi visual.

d) Instrumen Respon Siswa terhadap IPMLM dan Pembelajaran

Angket respon siswa dikembangkan untuk mengetahui respon siswa terhadap media yang telah dikembangkan dan proses pembelajaran yang telah dilaksanakan menggunakan pendekatan

scaffolding. Respon terhadap IPMLM meliputi aspek penggunaan huruf, konstruksi, kebahasaan, dan grafis yang terdiri dari 15 pernyataan. Respon terhadap pembelajaran meliputi aspek penerapan RPP, penerapan sikap toleransi, dan penerapan HOTS yang terdiri dari 12 pernyataan. Penilaian dari semua pernyataan berupa rating scale.

e) Validitas Instrumen Tes HOTS

Instrumen validasi ini digunakan untuk mengetahui validitas isi soal-soal HOTS berdasarkan penilaian dosen ahli instrumen dan guru Fisika. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui soal-soal yang dapat digunakan untuk tahap selanjutnya.

f) Validasi Angket Toleransi

Instrumen validasi angket ini digunakan untuk mengetahui validitas isi butir-butir pertanyaan pada angket penilaian sikap toleransi siswa. Validasi angket toleransi diketahui berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh dosen ahli instrumen dan guru fisika.

2) Lembar evaluasi

Lembar evaluasi berupa soal karakteristik gelombang mekanik yang dikembangkan berdasarkan indikator HOTS, dan angket sikap toleransi siswa. Soal disusun ke dalam dua paket soal, paket A dan paket B. masing-masing paket terdiri dari 23 soal pilihan ganda beralasan tertutup, pada dua paket soal tersebut terdapat masing-masing 6 soal *anchor*. Angket sikap toleransi terdiri dari empat indikator penilaian dan dibagi menjadi 16 aspek pernyataan dengan pengisian *rating scale*.

c. Desain *Interactive Physics Mobile Learning Media* (IPMLM)

Media pembelajaran dibuat menggunakan aplikasi Android Studio, setelah selesai kemudian media diekspor menjadi format .Apk agar dapat diakses menggunakan telepon genggam. IPMLM berisi materi karakteristik gelombang mekanik yang sebelumnya telah dijelaskan, namun di dalam IPMLM penyajian materi disertai dengan gambar, simulasi dan audio visual sehingga lebih interaktif. Materi dalam IPMLM disusun untuk tiga kali pertemuan pembelajaran. Story board produk IPMLM tertera pada lampiran.

3. *Developing* (pengembangan)

Tahap pengembangan dilakukan untuk mengembangkan produk yang telah dirancang pada tahap sebelumnya lalu disempurnakan melalui tahap uji produk. Produk berupa perangkat pembelajaran dan perangkat evaluasi yang dimasukkan ke dalam aplikasi *interactive physics mobile learning media* yang terpasang pada *smartphone* siswa dan telah dinilai kelayakannya berdasarkan penilaian kelayakan oleh ahli dan guru sehingga produk tersebut layak digunakan dalam penelitian ini untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa. Berikut pengembangan produk awal:

a. Pengembangan Produk Awal

1) Mengembangkan RPP

Rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dikembangkan berdasarkan pedoman pengembangan perangkat pembelajaran. Berdasarkan pedoman tersebut RPP disusun atas beberapa komponen, komponen-komponen RPP tersebut yaitu:

a) Identitas RPP

Identitas RPP terdiri dari satuan pendidikan, mata pelajaran, tingkat/kelas, semester yang ditempuh, materi pokok, tahun pelajaran dan alokasi waktu yang digunakan untuk pembelajaran berdasarkan.

b) Kompetensi Inti

Kopetensi inti yang dipakai dalam RPP adalah kompetensi inti yang dijabarkan dalam Kurikulum 2013 Revisi 2017.

c) Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi dasar yang digunakan adalah 3.8 dan 4.8 karna bertepatan dengan waktu penelitian berlangsung. Kedua kompetensi dasar tersebut kemudian dijabarkan menjadi indikator pencapaian kompetensi.

d) Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dikembangkan berdasarkan penjabaran dari indikator pencapaian kompetensi yang sebelumnya telah dikembangkan.

e) Materi Pelajaran

Materi pelajaran disampaikan dalam tiga kali pertemuan. Pertemuan pertama materi yang disampaikan adalah pengetahuan awal tentang gelombang mekanik, pertemuan kedua disampaikan karakteristik pemantulan dan pembiasan gelombang, dan pertemuan ketiga disampaikan karakteristik difraksi dan interferensi gelombang.

f) Metode Pembelajaran

Model pembelajaran yang digunakan adalah model *Guided Discovery Learning*. Model ini dipilih karena langkah pembelajaran yang dilakukan memiliki banyak kesamaan dengan pendekatan *scaffolding* sehingga dapat digunakan bersama. Metode yang digunakan adalah ceramah aktif, diskusi, percobaan, dan penugasan.

g) Media dan Alat/Bahan Pembelajaran

Langkah pembelajaran pada RPP disusun berdasarkan langkah pembelajaran pada model *Guided Discovery Learning* dan pendekatan *Scaffolding*.

2) Mengembangkan LKPD

Lembar kerja yang dikembangkan sebanyak 3 buah dan digunakan pada tiga kali pertemuan. Komponen dalam LKPD meliputi:

a) Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Lembar kerja dilengkapi dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar 4.8 tentang melakukan percobaan salah satu karakteristik gelombang mekanik.

b) Tujuan Kegiatan

LKPD juga berisi tujuan percobaan atau diskusi yang mengacu pada penjabaran KD 3.8 dan KD 4.8

c) Kegiatan Percobaan

Kegiatan percobaan dan diskusi dalam LKPD dilakukan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Di akhir kegiatan siswa diwajibkan

menjawab pertanyaan-pertanyaan berdasarkan kegiatan percobaan yang telah dilakukan dengan cara berdiskusi dalam kelompok.

3) Mengembangkan Materi Ajar

Materi ajar yang dikembangkan adalah pada sub bab karakteristik gelombang mekanik. Materi dikembangkan dengan melengkapi video animasi, gambar dan fenomena nyata sehingga siswa dapat lebih memahami materi yang disampaikan.

4) Mengembangkan Aplikasi IPMLM

Aplikasi IPMLM dikembangkan menggunakan *software Android Studio*. Aplikasi IPMLM berisi perangkat pembelajaran dan alat evaluasi yang telah dikembangkan sebelumnya. komponen-komponen dalam aplikasi IPMLM ditunjukkan pada Gambar 25.

b. Hasil Uji Kelayakan Produk dan Uji Coba Terbatas

Produk *Interactive Physics Mobile Learning Media* dinilai berdasarkan dua aspek, yaitu aspek materi dan aspek media. Setelah produk dinilai oleh ahli materi dan ahli media, kemudian produk dinilai oleh guru untuk memperkuat data kelayakan produk. Hasil penilaian oleh ahli materi, ahli media, dan guru digunakan untuk menentukan layak atau tidaknya produk yang telah dikembangkan untuk digunakan pada proses selanjutnya dalam penelitian ini.

1) Penilaian Ahli Materi

Produk yang dinilai meliputi RPP, LKPD, IPMLM, materi ajar, angket toleransi, dan angket respon siswa menggunakan penilaian *rating scale*. Materi dalam IPMLM adalah karakteristik gelombang mekanik.

Ahli materi tidak hanya memberikan penilaian terhadap produk IPMLM, namun juga memberikan penilaian terhadap perangkat pembelajaran. Penilaian dilengkapi komentar dan saran untuk bahan perbaikan perangkat pembelajaran.

Penilaian perangkat pembelajaran dilakukan oleh tiga dosen ahli yang dikategorikan menjadi ahli instrumen, ahli materi, dan ahli media. Jadi setiap perangkat pembelajaran dinilai oleh dosen yang bersangkutan. Saran revisi dari dosen ahli yaitu:

1. Gunakan kalimat SPOK.
2. Perbaiki animasi pemantulan gelombang mekanik agar arah gelombang sesuai dengan teori dan lebih jelas terlihat oleh siswa.
3. Lengkapi keterangan gambar agar mudah dipahami.

2) Penilaian Ahli Media

Produk awal *Interactive Physics Mobile Learning Media* (IPMLM) dinilai oleh seorang ahli media yang sudah berpengalaman dalam menilai media pembelajaran. Penilaian media IPMLM terdiri dari dua aspek, yaitu aspek rekayasa perangkat lunak dan aspek komunikasi visual.

Hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli media menunjukkan bahwa skor rata-rata IPMLM dari aspek rekayasa perangkat lunak dan komunikasi visual adalah sebesar 3,79. Nilai tersebut kemudian dikonversikan berdasarkan tabel kategori, sehingga diketahui bahwa media IPMLM dikategorikan sangat layak digunakan dalam proses

pembelajaran. Selanjutnya saran revisi dari ahli media untuk *Interactive Physics Mobile Learning Media* (IPMLM) adalah sebagai berikut:

1. Konsistensi penggunaan bahasa dalam media.
2. Tambahkan keterangan untuk menggeser layar setelah mengisi identitas pengguna dan sandi di petunjuk penggunaan.

3) Penilaian Guru Fisika

Penilaian oleh guru fisika diperlukan untuk mendukung hasil penilaian oleh para ahli, karena guru fisika memiliki pengalaman yang matang dalam penyampaian materi yang diajarkan dan dalam menghadapi siswa di kelas. Penilaian yang dilakukan oleh guru fisika penting dikarenakan saran revisi dan penilaian guru fisika dapat menghasilkan perangkat dan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa.

Media IPMLM dan perangkat pembelajaran dinilai oleh 4 orang guru fisika dari 4 sekolah yang berbeda. Penilaian untuk media IPMLM dilakukan berdasarkan empat aspek penilaian, yaitu aspek materi, aspek pembelajaran, aspek komunikasi visual, dan aspek rekayasa perangkat lunak. Setelah dinilai, kritik dan saran dari guru-guru tersebut kemudian menjadi bahan perbaikan, sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran dan media pembelajaran yang sesuai bagi kebutuhan dan karakteristik siswa dalam proses penelitian.

Perangkat pembelajaran yang dinilai oleh guru diantaranya adalah RPP, LKPD, materi ajar, angket toleransi, dan soal HOTS. Penilaian

perangkat pembelajaran yang dilakukan oleh 4 guru fisika SMA menghasilkan rata-rata skor dengan rentang nilai 3,82 – 3,97 dan jika dikonversikan dalam tabel kategori, maka perangkat pembelajaran yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berikut adalah komentar saran dan masukan dari guru fisika SMA:

1. Media IPMLM sudah baik dan cukup menarik minat belajar siswa
2. Jika bisa ditambahkan lagi materi lain dalam media agar lebih lengkap

Perangkat pembelajaran yang digunakan sudah lengkap dan sesuai dengan perkembangan anak.

4) Hasil Validitas Isi Instrumen IPMLM

Sebelum digunakan dalam proses pembelajaran, soal HOTS dan angket sikap toleransi diuji oleh dua dosen ahli dan empat guru fisika SMA di kota Bima.

4. *Disseminating* (penyebaran)

Tahap penyebaran dilaksanakan setelah dilakukan seluruh tahap validasi dan uji untuk mendapat produk akhir yang siap untuk disebar luaskan. Tahap penyebaran meliputi:

a. Pengemasan

Tahap pengemasan dilakukan dengan mereview produk oleh ahli terhadap semua hasil perhitungan data penelitian. Selanjutnya untuk menyempurnakan produk sehingga tampilan lebih menarik dan tidak memiliki kendala saat

digunakan sebelum disebar luaskan. Ukuran file produk menjadi pertimbangan dalam tahap ini agar produk yang dihasilkan tidak hanya menarik, namun juga memiliki ukuran yang kecil sehingga tidak memberatkan kinerja telepon genggam yang digunakan.

b. Penyebaran

Penelitian yang telah dilakukan belum mencapai tahap penyebaran, tahap penyebaran akan dilakukan setelah reviewer memberikan komentar dan saran untuk memperbaiki produk akhir. Rencana pelaksanaan tahap penyebaran yaitu dengan mengunggah produk ke *google play store* sehingga cakupan pengguna akan semakin luas. selanjutnya akan dirancang buku panduan penggunaan media sebagai acuan dalam penggunaan produk IPMLM. Buku tersebut berisi spesifikasi produk IPMLM, petunjuk *penginstallan*, penjelasan ikon-ikon dalam produk, dan petunjuk penggunaan media.

B. Hasil Uji Coba Produk

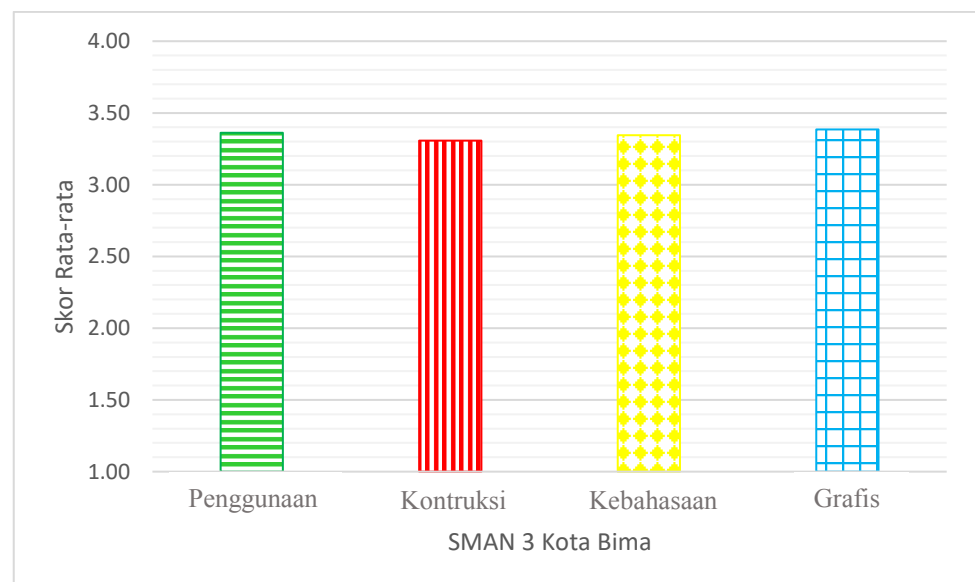
1. Hasil Uji Coba Terbatas

a. Hasil Keterbacaan IPMLM

Uji coba terbatas dilaksanakan untuk menilai kualitas IPMLM berdasarkan penilaian siswa menggunakan angket respon. Sebelum uji coba terbatas dilaksanakan, siswa terlebih dahulu mempelajari IPMLM. Tujuan dilaksanakannya uji terbatas adalah untuk mengetahui respon siswa terhadap IPMLM sebelum digunakan dalam proses pembelajaran pada uji luas. Angket respon siswa yang digunakan berskala 4, meliputi beberapa

aspek penilaian, yaitu: aspek penggunaan, aspek kontruksi, aspek kebahasaan, dan aspek grafis.

Uji terbatas dilakukan pada 54 orang siswa kelas XI MIPA di SMAN 3 Kota Bima. Hasil dari respon siswa kemudian dikonversikan ke dalam Tabel kategori untuk mengetahui kelayakan media IPMLM yang dikembangkan. Hasil respon siswa dalam uji terbatas terhadap media IPMLM ditunjukkan pada Gambar 29.



Gambar 29. Hasil Respon Siswa untuk media IPMLM pada Uji Terbatas

Gambar 29 menunjukkan respon siswa untuk masing-masing aspek media IPMLM. Terlihat adanya perbedaan nilai untuk masing-masing aspek, namun rata-rata skor keempat aspek tersebut adalah sebesar 3,34 sehingga termasuk dalam kategori “sangat baik”. Selain skor penilaian, siswa juga mengisi angket respon dengan saran untuk perbaikan media selanjutnya. Berikut beberapa komentar dan saran yang diberikan oleh siswa saat menilai IPMLM:

1. Media sudah menarik, tapi lebih baik materi dalam media diperbanyak.
2. Perbanyak video animasi sehingga dapat menjadikan siswa lebih antusias dalam belajar.
3. Tambahkan contoh soal agar siswa lebih mengerti tentang materi.
4. Tambahkan background yang lebih berwarna sehingga tampilan menjadi lebih menarik.

b. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Empiris Instrumen IPMLM

Instrumen berupa soal HOTS yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 23 butir dalam masing-masing paket soal, setiap paket soal memiliki 6 *item anchor*. *Item anchor* pada soal paket A dan soal paket B adalah soal nomor 1 samapi soal nomor 6. Hasil uji coba dianalisis menggunakan *Partial Credit Model* (PCM) dengan menggunakan program *Quest* dan *Parscale*. Subjek uji ini adalah 544 siswa yang terdiri dari 140 siswa SMAN 1 Kota Bima, 138 siswa SMAN 2 Kota Bima, 135 siswa SMAN 3 Kota Bima, dan 131 siswa SMAN 4 Kota Bima. Siswa dalam uji coba ini merupakan siswa kelas XI SMA yang sebelumnya telah mempelajari materi karakteristik gelombang mekanik. Informasi yang diperoleh dari kedua program tersebut adalah validitas butir soal, reliabilitas, tingkat kesukaran item, fungsi informasi serta karakteristik item. Validitas butir yang digunakan dalam penelitian menggunakan kategori *Infit Mean Square* (MNSQ), dengan rentang nilai 0.77 – 1.30 (Adam & Khoo, 1996).

1) Validitas Butir Soal

Validitas butir soal diketahui melalui *output* program *Quest*. Hasil analisis validitas empiris instrumen soal HOTS menggunakan program *Quest* disajikan pada Tabel 15 dan Gambar 30.

Tabel 15. Hasil Validitas Butir Soal HOTS

No. item	INFIT MNSQ	OUT-FIT t	Keterangan	Paket Soal	No item	INFIT MNSQ	OUT-FIT t	Keterangan	Paket Soal
1	1.06	0.90	Valid	Anchor	21	1.05	0.60	Valid	A
2	1.00	0.00	Valid	Anchor	22	0.96	0.30	Valid	A
3	0.98	-0.30	Valid	Anchor	23	1.02	0.20	Valid	A
4	0.99	-0.20	Valid	Anchor	24	0.95	0.40	Valid	B
5	1.00	0.00	Valid	Anchor	25	1.07	0.80	Valid	B
6	0.94	-0.60	Valid	Anchor	26	0.94	0.50	Valid	B
7	1.02	0.30	Valid	A	27	1.00	0.20	Valid	B
8	1.05	0.40	Valid	A	28	0.96	0.30	Valid	B
9	0.98	-0.20	Valid	A	29	0.98	0.10	Valid	B
10	0.95	-0.50	Valid	A	30	1.05	0.30	Valid	B
11	1.00	0.30	Valid	A	31	0.98	0.10	Valid	B
12	0.99	-0.10	Valid	A	32	1.00	0.00	Valid	B
13	0.98	-0.10	Valid	A	33	1.03	0.40	Valid	B
14	0.99	0.00	Valid	A	34	1.03	0.30	Valid	B
15	0.98	-0.10	Valid	A	35	1.07	0.60	Valid	B
16	1.00	-0.20	Valid	A	36	1.03	0.30	Valid	B
17	0.99	-0.30	Valid	A	37	1.03	0.20	Valid	B
18	1.01	0.20	Valid	A	38	1.04	0.40	Valid	B
19	1.05	0.70	Valid	A	39	0.93	0.60	Valid	B
20	0.97	0.10	Valid	A	40	0.99	0.00	Valid	B

Item Fit								
all on all (N = 544 L = 40 Probability Level= .50)								

INFIT								
MNSQ	.56	.63	.71	.83	1.00	1.20	1.40	1.60
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----								
1 item 1				.	*		.	
2 item 2				.	*		.	
3 item 3				.	*		.	
4 item 4				.	*		.	
5 item 5				.	*		.	
6 item 6				.	*		.	
7 item 7				.	*		.	
8 item 8				.	*		.	
9 item 9				.	*		.	
10 item 10				.	*		.	
11 item 11				.	*		.	
12 item 12				.	*		.	
13 item 13				.	*		.	
14 item 14				.	*		.	
15 item 15				.	*		.	
16 item 16				.	*		.	
17 item 17				.	*		.	
18 item 18				.	*		.	
19 item 19				.	*		.	
20 item 20				.	*		.	
21 item 21				.	*		.	
22 item 22				.	*		.	
23 item 23				.	*		.	
24 item 24				.	*		.	
25 item 25				.	*		.	
26 item 26				.	*		.	
27 item 27				.	*		.	
28 item 28				.	*		.	
29 item 29				.	*		.	
30 item 30				.	*		.	
31 item 31				.	*		.	
32 item 32				.	*		.	
33 item 33				.	*		.	
34 item 34				.	*		.	
35 item 35				.	*		.	
36 item 36				.	*		.	
37 item 37				.	*		.	
38 item 38				.	*		.	
39 item 39				.	*		.	
40 item 40				.	*		.	

Gambar 30. Distribusi Item Berdasarkan Kecocokannya dengan Model PCM

Gambar 30 menunjukkan bahwa semua item HOTS berada dalam daerah batas penerimaan, dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa semua butir soal yang diujikan valid dan dapat digunakan untuk mengukur HOTS siswa pada uji luas.

2) Reliabilitas Instrumen HOTS

Reliabilitas soal menunjukkan apakah soal yang dikembangkan dapat menunjukkan kemampuan siswa saat mengikuti tes. Reliabilitas soal diketahui dengan melihat reliabilitas butir *item* dan reliabilitas *person/case*. Rangkuman hasil output program *Quest* dan statistik ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Estimasi Reliabilitas Instrumen HOTS

Reliabilitas	Koefisien Reliabilitas
<i>Summary of item estimates</i>	0,60
<i>Summary of case estimates</i>	0,00

Tabel 16 menunjukkan nilai *person reliability* 0,00 dan *item reliability* 0,60. Berdasarkan kategori yang dinyatakan oleh Sumintono & Widhiarso (2015) nilai tersebut menyatakan bahwa butir-butir soal dalam instrumen sudah cukup reliabel, namun konsistensi jawaban siswa tergolong lemah. Hal tersebut terjadi mungkin karena cukup banyak siswa yang mengerjakan soal secara asal-asalan sehingga mempengaruhi nilai reliabilitasnya, walaupun demikian instrumen soal HOTS yang dikembangkan masih dapat digunakan karena reliabilitas item sudah cukup baik.

3) Tingkat kesukaran butir

Tingkat kesukaran butir diketahui melalui analisis menggunakan bantuan program *Quest*. Indeks kesukaran tiap butir soal dapat dilihat pada output program tersebut. Tabel indeks kesukaran butir HOTS yang dikembangkan ditunjukkan pada Tabel 17.

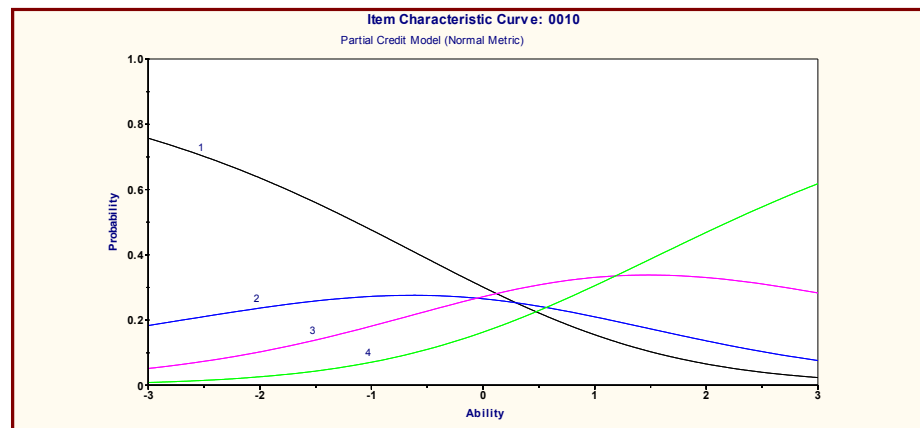
Tabel 17. Indeks Kesukaran Butir Soal HOTS

No Butir	Soal Paket A		Soal Paket B	
	<i>Difficulty</i>	Kategori	<i>Difficulty</i>	Kategori
1	0,06	Sedang	-0,03	Sedang
2	0,07	Sedang	-0,08	Sedang
3	0,14	Sedang	-0,05	Sedang
4	0,12	Sedang	-0,02	Sedang
5	0,05	Sedang	0,06	Sedang
6	0,08	Sedang	0,05	Sedang
7	-0,09	Sedang	0,03	Sedang
8	-0,09	Sedang	0,04	Sedang
9	0,03	Sedang	0,07	Sedang
10	0,01	Sedang	0,04	Sedang
11	-0,07	Sedang	0,05	Sedang
12	-0,04	Sedang	-0,06	Sedang
13	-0,03	Sedang	-0,03	Sedang
14	-0,18	Sedang	-0,03	Sedang
15	-0,07	Sedang	-0,04	Sedang
16	-0,03	Sedang	0,03	Sedang
17	0,03	Sedang	0,06	Sedang
18	-0,01	Sedang	0,05	Sedang
19	0,01	Sedang	0,01	Sedang
20	-0,08	Sedang	-0,01	Sedang

Berdasarkan Tabel 17, dapat diketahui bahwa semua butir soal yang dikembangkan memenuhi kategori sedang, hal ini terlihat dari indeks kesukaran tiap butir lebih dari -2,0 dan kurang dari 2,0 sehingga instrumen soal HOTS dapat digunakan

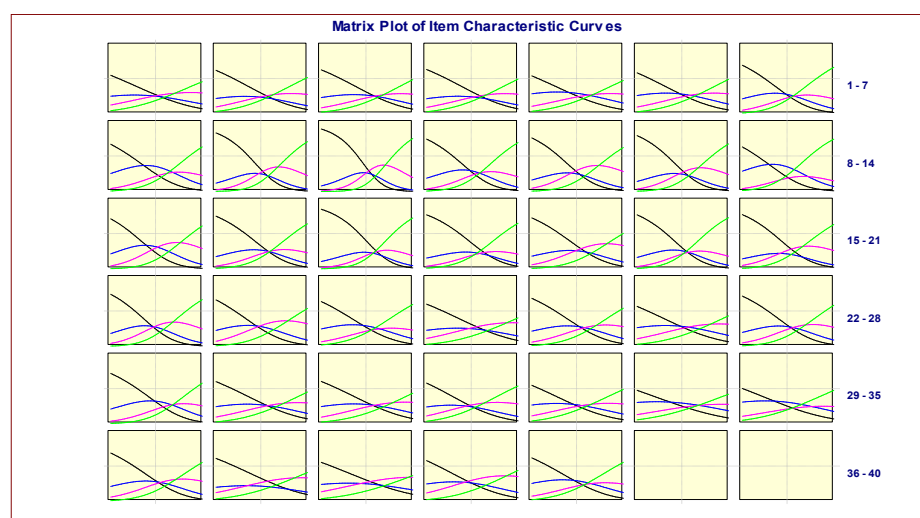
4) Kurva Karakteristik Butir/ *Item Characteristic Curv* (ICC)

Karakteristik setiap butir yang diujicobakan dapat diketahui dengan melihat kurva karakteristik butir/ item characteristic curv (ICC) pada output program PARSCALE. Hasil analisis dengan menggunakan PARSCALE, diperoleh sebanyak 40 buah kurva karakteristik butir (ICC).



Gambar 31. Kurva Karakteristik Butir 10 Paket A

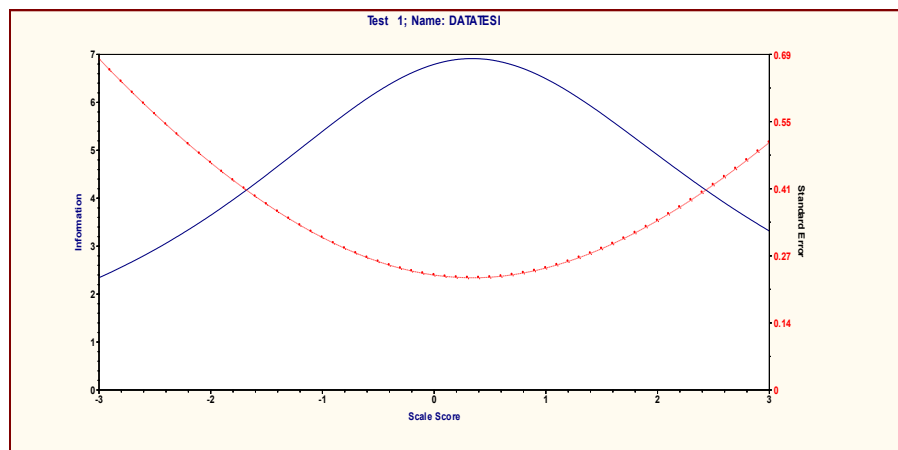
Gambar 31 merupakan kurva karakteristik butir untuk item nomor 10 (paket A). Gambar tersebut menunjukkan bahwa (a) skor 1 dicapai oleh peserta didik yang memiliki kemampuan (*ability*) sangat rendah dengan $\theta = -3$; (b) skor 2 dicapai oleh peserta didik *ability* rendah dengan $\theta = -0,8$; (c) skor 3 dicapai oleh peserta didik dengan *ability* tinggi dengan $\theta = 1,2$ dan skor 4 dicapai oleh peserta didik *ability* dengan $\theta = 3$. Kurva karakteristik untuk semua butir ditunjukkan pada Gambar 32.



Gambar 32. Matriks Plot Setiap Butir Soal HOTS

5) Kemampuan yang Sesuai untuk Instrumen yang Dikembangkan

Hasil analisis menggunakan PARSCALE dapat digunakan untuk melihat fungsi informasi dan *standard error of measurement* (SEM). Fungsi informasi dan *standard error of measurement* (SEM) ditunjukkan pada Gambar 33 berikut.



Gambar 33. Fungsi Informasi dan SEM Instrumen HOTS

Gambar 33 menunjukkan bahwa instrumen tes HOTS cocok untuk peserta didik dengan *ability*/kemampuan sedang, yakni $-1,6 \leq \theta \leq 2,5$.

2. Hasil Uji Coba Luas

Uji luas dilaksanakan setelah media direvisi berdasarkan saran pada uji terbatas. Uji luas dilaksanakan di tiga sekolah, masing-masing sekolah terdiri dari dua kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Tiga sekolah yang digunakan untuk meneliti diantaranya adalah SMAN 1 Kota Bima, SMAN 2 Kota Bima, dan SMAN 4 Kota Bima. Jumlah siswa di kelas kontrol adalah 86 orang siswa, dan jumlah siswa di kelas eksperimen adalah

95 orang siswa, sehingga seluruh siswa yang terlibat dalam uji luas adalah sebanyak 181 orang siswa.

a. Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

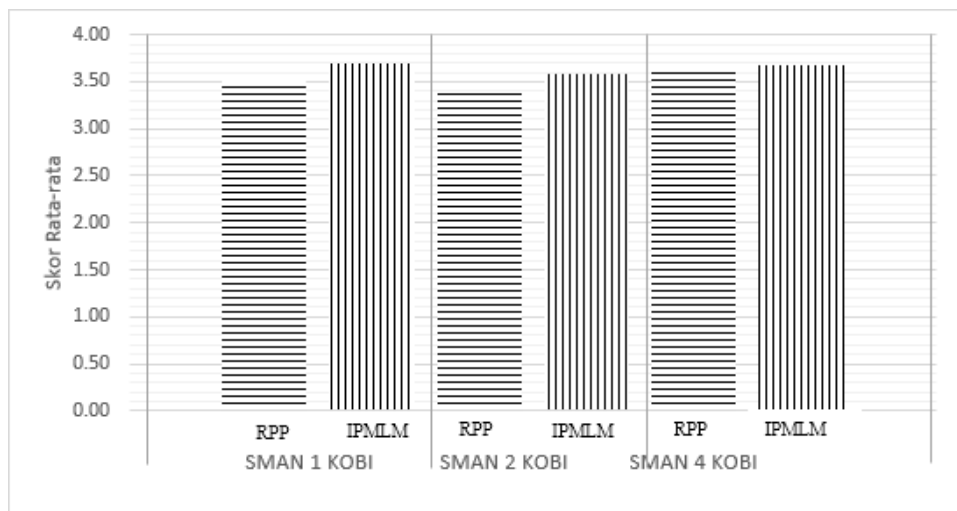
Observasi pembelajaran dilaksanakan saat uji luas di kelas eksperimen. Pembelajaran dilaksanakan tiga kali di setiap sekolah. Hasil analisis observasi berupa presentase keterlaksanaan pembelajaran, dengan penilaian 1 (ya terlaksana) dan 0 (tidak terlaksana). Dari hasil analisis yang dilakukan, semua aspek dalam proses pembelajaran yang dirancang dalam RPP terlaksana. Persentase keterlaksanaan pembelajaran pada uji luas ditunjukkan pada Tabel 18

Tabel 18. Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran pada Uji Luas

Sekolah	Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan ke-		
	1	2	3
SMAN 1 Kota Bima	100%	100%	90%
SMAN 2 Kota Bima	100%	92%	95%
SMAN 4 Kota Bima	100%	96%	95%
Rata-rata	100%	96%	93%

b. Hasil Respon Siswa Terhadap IPMLM dan Pembelajaran

Angket respon siswa diberikan setelah dilakukan pembelajaran karakteristik gelombang mekanik menggunakan IPMLM dengan *pendekatan scaffolding*. Siswa merespon media IPMLM dan proses pembelajaran (RPP). Angket respon yang digunakan berskala 4, hasil respon dari siswa kelas eksperimen kemudian dikonversikan sesuai dengan tabel kategori. Hasil respon tersebut ditunjukkan pada Gambar 31



Gambar 34. Hasil Angket Respon Siswa Uji Luas

Gambar 34 menunjukkan tingginya respon siswa terhadap media IPMLM dan proses pembelajaran. Skor rata-rata respon siswa dari tiga sekolah untuk media IPMLM adalah sebesar 3,65 dan termasuk dalam kategori “sangat baik”. skor rata-rata respon siswa dari tiga sekolah untuk proses pembelajaran adalah sebesar 3,50 dan termasuk dalam kategori “sangat baik”.

c. Hasil Uji statistik Deskriptif HOTS dan Toleransi Siswa

Data pada uji luas berupa informasi efektivitas penggunaan *Interactive Physics Mobile Learning Media* (IPMLM) dengan pendekatan *scaffolding*, hasil tersebut dapat dilihat dari perbandingan perbedaan skor HOTS dan sikap toleransi siswa setelah dilaksanakan proses pembelajaran antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kemampuan HOTS siswa diketahui dengan memberikan soal yang dikembangkan berdasarkan indikator HOTS seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, diberikan di awal (*pretest*) dan di akhir (*posttest*) proses pembelajaran menggunakan

IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* di masing-masing kelas, hasil penilaian kemampuan HOTS dan toleransi siswa bisa diketahui melalui analisis statistik deskriptif. Rangkuman hasil analisis tersebut ditunjukkan dijelaskan dalam Tabel 19.

Tabel 19. Statistik deskriptif

	Kelas	Mean	Std. Deviation	N
HOTS <i>pretest</i>	Kontrol	48,0286	5,67475	86
	Eksperimen	47,9288	5,00646	95
HOTS <i>posttest</i>	Kontrol	70,4624	6,34279	86
	Eksperimen	78,7414	6,26962	95
Toleransi <i>pretest</i>	Kontrol	57,4128	11,16025	86
	Eksperimen	54,6052	11,89390	95
Toleransi <i>posttest</i>	Kontrol	65,7703	12,41614	86
	Eksperimen	73,9474	12,42172	95

Peningkatan HOTS dan toleransi siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol dijelaskan secara rinci pada penjelasan berikut.

1) Kemampuan HOTS siswa di kelas kontrol dan kelas eksperimen

Kelas kontrol melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan media *power point* dan metode ceramah aktif. Kelas eksperimen melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding*. Siswa pada dua kelas tersebut menjadi subjek uji coba saat materi karakteristik gelombang mekanik sedang dipelajari. Kemampuan HOTS dan toleransi siswa diukur sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*) menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding*. Kemampuan HOTS yang diukur adalah kemampuan menganalisis (C4) dan kemampuan mengevaluasi (C5). Nilai *pretest* dan *posttest* siswa selanjutnya dikelompokkan berdasarkan

kategori penilaian skala empat. Hasil penilaian HOTS siswa di kelas kontrol dan kelas eksperimen ditunjukkan pada Tabel 20.

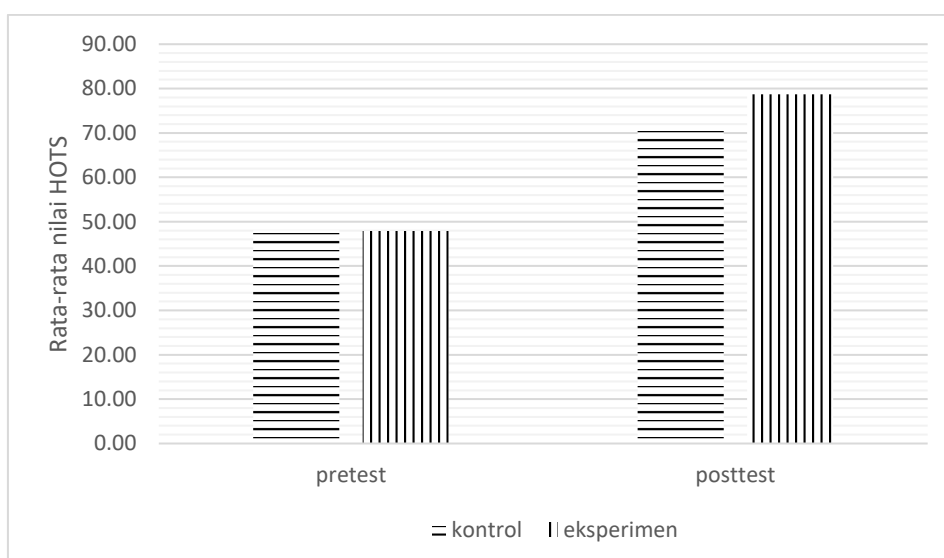
Tabel 20. Hasil penilaian kemampuan HOTS siswa

kelas	Tes	kurang	cukup	Baik	Sangat baik
Kontrol	<i>Pretest</i>	46	40	0	0
	<i>Posttest</i>	0	13	43	30
Eksperimen	<i>Pretest</i>	60	35	0	0
	<i>Posttest</i>	0	0	20	75

Tabel 20 menunjukkan jumlah siswa pada kategori penilaian saat sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran. Pada tabel tersebut terlihat bahwa kemampuan HOTS semua siswa hanya termasuk dalam kategori kurang dan cukup, begitu pula dengan siswa pada kelas eksperimen yang hanya termasuk dalam kategori kurang dan cukup. Setelah dilakukan pembelajaran menggunakan IPMLM dengan pendekatan pembelajaran *scaffolding* maka siswa pada kelas kontrol tidak ada yang termasuk dalam kategori kurang, jumlah siswa pada kategori cukup berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah siswa pada kategori baik dan sangat baik, dimana sebelumnya tidak ada siswa yang termasuk dalam kategori baik dan sangat baik. Hal yang serupa terjadi pada kategori pencapaian HOTS siswa di kelas eksperimen. Pada Tabel 20 terlihat bahwa kemampuan HOTS semua siswa di kelas eksperimen hanya termasuk dalam kategori kurang dan cukup, namun setelah dilakukan pembelajaran menggunakan IPMLM dengan pendekatan pembelajaran *scaffolding*, maka jumlah siswa pada kategori tersebut berkurang seiring dengan peningkatan jumlah siswa pada kategori baik dan sangat baik.

Peningkatan jumlah siswa pada kategori penilaian baik dan sangat baik pada kemampuan HOTS yang terjadi pada kelas eksperimen lebih banyak dibandingkan dengan kelas eksperimen, hla tersebut membuktikan bahwa penggunaan IPMLM dengan pendekatan pembelajaran *scaffolding* mampu meningkatkan HOTS siswa SMA.

Perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* HOTS siswa ditunjukkan pada Gambar 35.



Gambar 35. Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest HOTS Siswa

Gambar 35 menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai HOTS pada *posttest* siswa, baik di kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Peningkatan nilai HOTS di kelas eksperimen lebih signifikan dibandingkan dengan peningkatan nilai HOTS di kelas kontrol. Dengan demikian terbukti bahwa penggunaan *Interactive Physics Mobile Learning Media* dengan pendekatan *scaffolding* pada materi karakteristik gelombang mekanik efektif untuk meningkatkan HOTS siswa.

2) Sikap toleransi siswa di kelas kontrol dan kelas eksperimen

Sikap toleransi siswa dinilai menggunakan angket. Penilaian dilakukan sebanyak dua kali di masing-masing kelas, yaitu sebelum proses pembelajaran (*pretest*) sebagai data awal untuk mengetahui sikap toleransi yang telah dimiliki siswa, dan setelah proses pembelajaran (*posttest*) sebagai nilai akhir sehingga diketahui ada atau tidaknya efektifitas penggunaan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* dalam meningkatkan sikap toleransi siswa. Hasil penilaian sikap toleransi siswa menggunakan angket berupa skor total yang kemudian dikategorikan dalam skala empat. Rangkuman hasil penilaian sikap toleransi siswa saat pretest dan posttest ditunjukkan dalam Tabel 21.

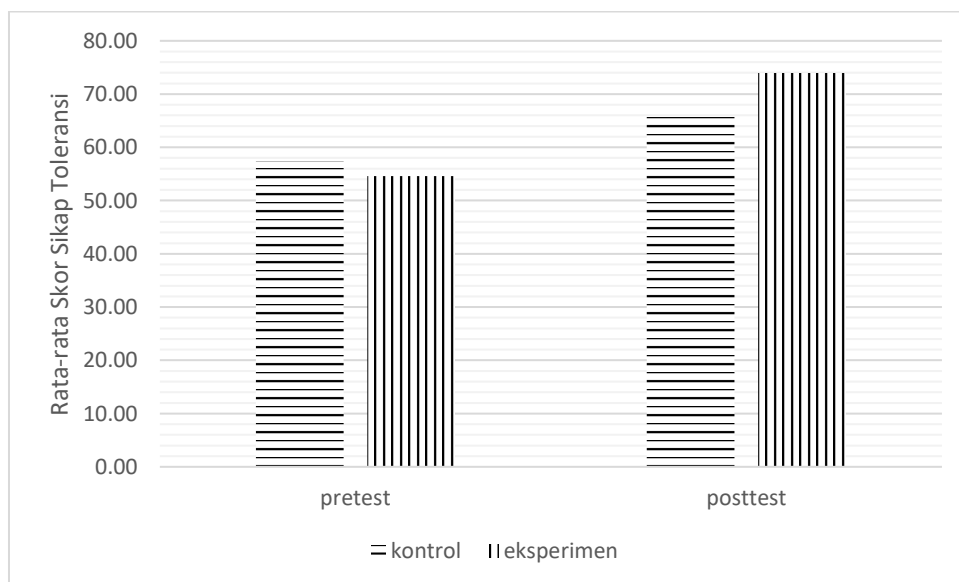
Tabel 21. Hasil penilaian sikap toleransi siswa

kelas	Tes	kurang	cukup	Baik	Sangat baik
Kontrol	<i>Pretest</i>	13	37	29	7
	<i>Posttest</i>	6	21	32	27
Eksperimen	<i>Pretest</i>	27	35	24	9
	<i>Posttest</i>	0	10	33	52

Tabel 21 menunjukkan jumlah siswa pada masing-masing kategori pencapaian. Dalam tabel tersebut terlihat bahwa, berdasarkan nilai *pretest* sebagian besar siswa di kelas kontrol memiliki sikap toleransi yang termasuk dalam kategori cukup, kemudian jumlah terbanyak kedua berada dalam kategori baik, selanjutnya kurang, dan yang terakhir dalam kategori sangat baik yang hanya berjumlah 7 orang siswa. Dari nilai *posttest* yang diambil setelah dilaksanakan pembelajaran menggunakan IPMLM dengan pendekatan pembelajaran *scaffolding*, terlihat bahwa tidak ada siswa yang

memiliki sikap toleransi dalam kategori kurang, jumlah siswa dalam kategori cukup berkurang seiring dengan peningkatan jumlah siswa yang memiliki sikap toleransi yang berada dalam kategori baik dan sangat baik. hasil tersebut membuktikan bahwa IPMLM dengan pendekatan pembelajaran scaffolding efektif digunakan untuk meningkatkan sikap toleransi siswa SMA.

Perbandingan sikap toleransi siswa pada *pretest* dan *posttest* siswa di masing-masing kelas ditunjukkan pada Gambar 36.



Gambar 36. Rata-rata Skor Sikap Toleransi Siswa

Gambar 36 menunjukkan perbedaan skor rata-rata sikap toleransi siswa di kelas kontrol dan eksperimen. Peningkatan sikap toleransi siswa setelah dilaksanakan proses pembelajaran menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* cukup signifikan, namun peningkatan sikap toleransi siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan sikap toleransi siswa di kelas kontrol. Berdasarkan hasil tersebut,

maka dapat dinyatakan bahwa penggunaan *Interactive Physics Mobile Learning Media* dengan pendekatan *scaffolding* efektif digunakan untuk meningkatkan sikap toleransi siswa.

d. Hasil Uji Statistik efektifitas

Efektifitas penggunaan aplikasi IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* pada materi karakteristik gelombang mekanik diketahui dengan melakukan uji statistik. Uji statistik dilakukan untuk menguji hipotesis yang sebelumnya telah dijabarkan, sehingga diketahui apakah terdapat perbedaan juga peningkatan kemampuan HOTS dan toleransi siswa di kelas kontrol dan di kelas eksperimen. Analisis yang digunakan adalah analisis MANOVA satu jalur dengan variabel terikat adalah HOTS dan toleransi. Analisis menggunakan bantuan aplikasi SPSS dengan beberapa prasyarat uji yang harus dipenuhi. Prasyarat uji tersebut antara lain adalah:

1) Data Terdistribusi Normal

Uji normalitas adalah uji prasyarat pertama yang dilakukan. Uji normalitas dilakukan dengan melihat hubungan antara jarak *mahalanobis* dan *chi square* dengan menggunakan data *posttest* dari masing-masing kelompok atau kelas yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil uji normalitas pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada *output* hasil analisis aplikasi SPSS. Hasil uji pada *output* tersebut dirangkum dalam tabel korelasi jarak mahalanobis dan *chi square* yang disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Uji Korelasi Jarak Mahalanobis dan Chi Square Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas			Mahalanobis Distance	Chi
Eksperimen	Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	1	1.000**
		Sig. (2-tailed)		.000
		N	95	74
	Chi	Pearson Correlation	1.000**	1
		Sig. (2-tailed)	.000	
		N	74	74
Kontrol	Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	1	1,000**
		Sig. (2-tailed)		0,000
		N	86	71
	Chi	Pearson Correlation	1,000**	1
		Sig. (2-tailed)	0,000	
			71	71

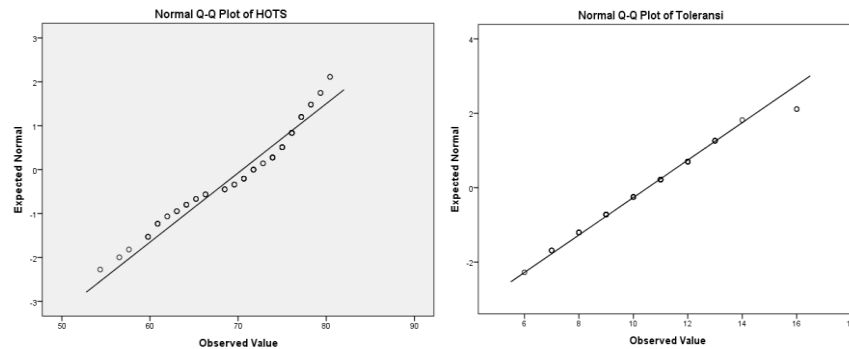
**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 22 menunjukkan bahwa besarnya signifikansi *two tailed* sig. 0,000 $< \alpha = 0,05$, sehingga signifikansi berada di daerah tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berasal dari sampel yang terdistribusi normal.

2) Tidak Terdapat *Outlier Univariate* atau *Multivariate* pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

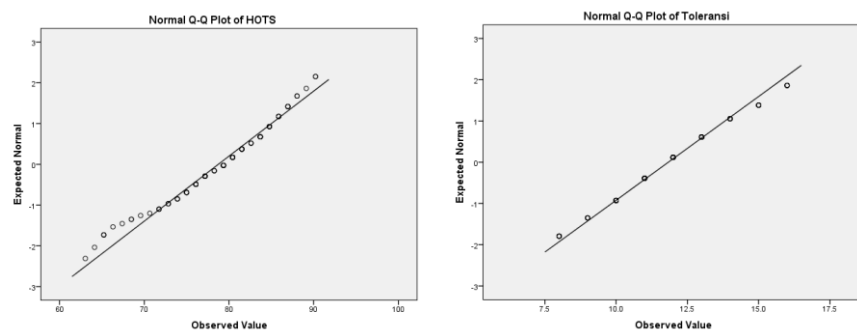
Uji prasyarat berikutnya adalah dengan melihat ada tidaknya data *outlier univariate* pada kelas eksperimen maupun pada kelas kontrol.

a) Tidak terdapat data *outlier univariate* baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 34 berupa *scatter plot* setiap variabel di kelas kontrol.



Gambar 37. Scatter plot HOTS (a) dan Toleransi (b) pada Kelas Kontrol

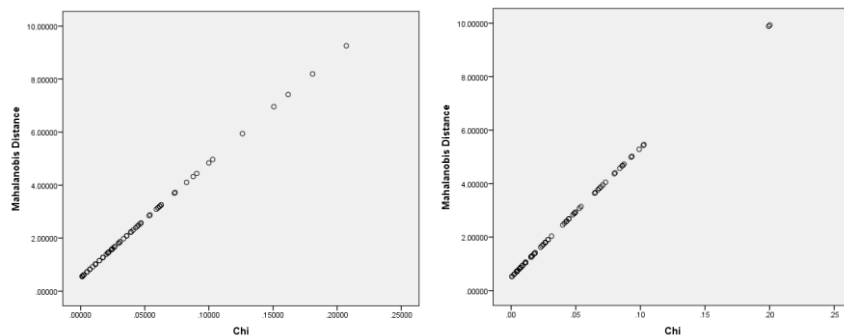
Gambar 37 menunjukkan bahwa tidak terdapat data *outlier univariate* baik pada variabel HOTS maupun variabel toleransi di kelas kontrol.



Gambar 38. Scatter plot HOTS (a) dan Toleransi (b) pada Kelas Eksperimen

Gambar 38 menunjukkan bahwa tidak terdapat data *outlier univariate* baik pada variabel HOTS maupun variabel toleransi di kelas eksperimen.

- b) Tidak terdapat data *outlier multivariate*. Hal itu diketahui dengan melihat *scatter plot* antara jarak mahalanobis dengan *chi square* pada masing-masing kelas yang ditunjukkan pada Gambar 39.



Gambar 39. Scatter Plot Jarak Mahalanobis dengan Chi Square Kelas Kontrol (a) dan Kelas Eksperimen (b)

3) Matriks varian/kovarian variabel terikat homogen

Uji homogenitas matriks varian/kovarian bertujuan untuk memenuhi prasyarat uji Manova bahwa matriks varian/kovarian variable terikat harus sama. Data yang digunakan untuk uji homogenitas matriks varian/kovarian adalah data *pretest* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji homogenitas matriks ini dapat diketahui melalui output SPSS, tabel Box's M. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Uji Homogenitas Matriks Varian/Kovarian Variabel Terikat

Box's M	3,590
F	1,182
df1	3
df2	8458848,080
Sig.	0,315

Tabel 23 menunjukkan bahwa nilai Box's M sebesar 3,590 dengan signifikansi *two tailed* sig. 0,315 > $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 diterima, yang artinya matriks varian/kovarian variabel terikat sama untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa data siswa memenuhi prasyarat uji statistik MANOVA.

4) Varian data homogen

Uji homogenitas varian dilakukan untuk mengetahui homogenitas data hasil penelitian pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol. Data yang digunakan untuk melakukan pengujian homogenitas varian adalah data *pretest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tabel 24 menunjukkan hasil uji homogenitas varian.

Tabel 24. Hasil Uji Homogenitas Varian menggunakan Uji Levene

	F	df1	df2	Sig.
HOTS	3,239	1	179	0,074
Toleransi	1,815	1	179	0,180

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Tabel 24 menunjukkan bahwa nilai signifikansi *two tailed* HOTS sig. $0,074 > \alpha = 0,05$ dan signifikansi *two tailed* toleransi sig. $0,180 > \alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukka bahwa H_0 diterima, yang artinya varian data variabel terikat untuk kelas kontrol dan kelas eksperimen homogen. Jadi dapat disimpulkan bahwa data memenuhi prasyarat homogenitas varian data dan dapat dianalisis menggunakan uji MANOVA.

Uji prasyarat atau asumsi dasar yang terpenuhi menunjukkan bahwa data dapat dianalisis dengan uji MANOVA. Statistik uji yang digunakan adalah Hotteling's Trace karena penelitian ini memiliki dua variabel terikat yang berdistribusi normal dan memiliki matriks varian kovarian yang homogen antar *group* (kelas eksperimen dan kelas kontrol). Uji MANOVA dapat dilanjutkan karena data memenuhi uji prasyarat. Hasil uji MANOVA yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Uji perbedaan HOTS dan toleransi siswa pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol

Perbedaan HOTS dan toleransi siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diketahui dengan menguji hipotesis menggunakan Uji MANOVA. Hasil analisis menggunakan MANOVA ditunjukkan pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil Uji MANOVA

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Hotelling's Trace	163,094	12515,397 ^b	2,000	178,000	0,000
Kelas	Hotelling's Trace	12,677	1128,250 ^b	2,000	178,000	0,000

^aDesign: Intercept + Kelas

^b. Exact statistic

Tabel 25 menunjukkan bahwa hasil uji statistik Hotelling's Trace diperoleh signifikansi sebesar $0,000 < \alpha = 0,05$. Nilai signifikansi tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak yang artinya terdapat perbedaan HOTS dan toleransi siswa pada kelas eksperimen yang menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* dan siswa pada kelas kontrol yang tidak menggunakan IPMLM dengan pendekatan pembelajaran *scaffolding*.

- 2) Uji perbedaan HOTS siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Perbedaan HOTS pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat ketahui dengan melihat perbedaan masing-masing variabel pada Output SPSS *Test of Between-Subject Effect* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 26.

Tabel 26. Hasil Test of Between-Subject Effects untuk HOTS

Source	Dependent Variable	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	HOTS	1	3093,795	77,838	0,000
Intercept	HOTS	1	1004854,796	25281,690	0,000
Kelas	HOTS	1	3093,795	77,838	0,000

Tabel 26 menunjukkan bahwa perbedaan HOTS kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh signifikansi sebesar $0,000 < \alpha (0,05)$ yang berarti H_0 ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan HOTS siswa di kelas yang menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* dengan siswa yang tidak menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding*.

3) Uji perbedaan toleransi siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Selain HOTS, perbedaan toleransi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol juga dapat ketahui dengan Output SPSS *Test of Between-Subject Effect*. Hasil perbedaan toleransi di kedua kelas ditunjukkan pada Tabel 27.

Tabel 27. Hasil Test of Between-Subject Effect untuk Toleransi

Source	Dependent Variable	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Toleransi	1	181573,423	2190,202	0,000
Intercept	Toleransi	1	322073,423	3884,962	0,000
Kelas	Toleransi	1	181573,423	2190,202	0,000

Tabel 27 menunjukkan bahwa perbedaan kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh signifikansi sebesar $0,000 < \alpha (0,05)$ yang berarti H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan toleransi peserta siswa yang menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* dengan siswa yang tidak menggunakan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding*.

4) Uji peningkatan kemampuan HOTS

Peningkatan HOTS siswa diketahui dari hasil uji hipotesis pada *output* GLM yang dianalisis menggunakan program SPSS. Ringkasan hasil uji hipotesis ditunjukkan pada Tabel 28.

Tabel 28. . Pairwise Comparisons Kemampuan HOTS

Kelas	(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Eksperimen	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-30,813	0,778	0,000
Kontrol	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-22,434	0,817	0,000

Kategori keputusan menurut Leech, Barret & Morgan (2005) jika $\text{sig.} < 0,05$ maka H_0 ditolak. Signifikansi pada Tabel 25 adalah $0,00 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, berarti terdapat peningkatan yang signifikan pada kemampuan HOTS siswa yang belajar menggunakan aplikasi IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* pada materi karakteristik gelombang mekanik. Nilai negatif pada *mean difference* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada nilai *posttest* siswa, karena nilai *mean difference* merupakan hasil perhitungan nilai *pretest* dikurangi nilai *posttest*.

5) Uji Peningkatan Sikap Toleransi Siswa

Peningkatan sikap toleransi siswa diketahui melalui signifikansi dan besarnya *mean difference* pada *output* uji hipotesis menggunakan SPSS. Ringkasan hasil uji tersebut ditunjukkan pada Tabel 29.

Tabel 29. Pairwise Comparisons Sikap Toleransi

Kelas	(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Eksperimen	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-19,342	1,687	0,000
Kontrol	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	-8,358	1,773	0,000

Signifikansi pada Tabel 29 adalah $0,00 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, berarti terdapat peningkatan yang signifikan pada sikap toleransi siswa yang belajar menggunakan aplikasi IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* pada materi karakteristik gelombang mekanik. Nilai *mean difference* pada tabel tersebut juga menunjukkan peningkatan nilai pada *posttest* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

6) Besar Efektifitas Perlakuan yang Diberikan pada Setiap Kelompok Terhadap Peningkatan HOTS dan toleransi

Penggunaan aplikasi IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* efektif digunakan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa SMA. Besarnya nilai efektifitas tersebut ditunjukkan dari hasil uji *multivariate tipe hotelling's trace* pada GLM. Ringkasan hasil uji tersebut ditunjukkan pada Tabel 30.

Tabel 30. Multivariate Test Tipe Hotelling's Trace pada Kemampuan HOTS dan toleransi siswa

Kemampuan siswa	Kelas	F	Sig.	Partial Eta Squared
HOTS	Eksperimen	1569,341	0,000	0,898
	Kontrol	752,086	0,000	0,808
Toleransi	Eksperimen	131,409	0,000	0,423
	Kontrol	22,21	0,000	0,110

Besar peningkatan kemampuan HOTS dan toleransi siswa dapat dilihat di kolom *Partial Eta Squared* (Richardson, 2011). Tabel 27 menunjukkan besar nilai efektifitas penggunaan IPMLM dengan pendekatan *scaffolding*

untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. kemampuan HOTS siswa pada kelas eksperimen meningkat sebesar 89% dan kemampuan toleransi siswa meningkat sebesar 42%. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai peningkatan yang terjadi pada kelas kontrol yang menggunakan metode ceramah aktif dan menggunakan media *power point*. Kemampuan HOTS pada kelas kontrol meningkat sebesar 80%, dan sikap toleransi siswa meningkat sebesar 11%. Hasil ini menegaskan bahwa aplikasi IPMLM dengan pendekatan *scaffolding* efektif digunakan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa SMA.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi *interactive physics mobile learning media* yang dilaksanakan dengan pendekatan *scaffolding* berhasil dikembangkan dan efektif digunakan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa. hasil tersebut sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Calder (2015) yang berhasil menggunakan pendekatan *scaffolding* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan sikap positif siswa. selain itu, penggunaan pendekatan *scaffolding* berbantuan pembelajaran berbasis permainan online terbukti mampu meningkatkan hasil belajar siswa (Barzilai, 2014). Model pembelajaran kolaborasi berbantuan mobile learning sangat efektif untuk meningkatkan HOTS siswa (Yang, 2015), hal tersebut sesuai dengan tujuan pembelajaran abad ke-21.

e. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan untuk memperoleh produk akhir. Revisi produk dilakukan berdasarkan saran dan komentar validator dan juga berdasarkan hasil uji coba terbatas. Adapun produk yang direvisi adalah sebagai berikut:

1. Revisi RPP

Revisi RPP dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kegiatan siswa untuk meningkatkan toleransi harus lebih jelas dan rinci lagi.
- b. Kata kerja yang digunakan pada indikator pencapaian kompetensi harus terstruktur,
- c. Ditambahkan jawaban yang seharusnya dijawab oleh siswa pada pertanyaan-pertanyaan yang disampaikan oleh guru.

2. Revisi LKPD

LKPD hanya direvisi kesalahan penulisan dan kejelasan gambar.

3. Revisi SOAL HOTS

Revisi soal HOTS dijelaskan sebagai berikut:

- a. Tambahkan satuan jika pertanyaan berupa mencari nilai.
- b. Ganti pilihan jawaban “semua benar” dan “semua salah”

4. Revisi aplikasi IPMLM

Aplikasi IPMLM direvisi sesuaikan dengan komentar dan saran oleh validator media, validator materi, serta saran siswa pada uji coba terbatas. Berikut revisi untuk aplikasi IPMLM:

- a. Gunakan kalimat SPOK.

- b. **Saran:** Perbaiki animasi pemantulan gelombang mekanik agar arah gelombang sesuai dengan teori dan lebih jelas terlihat oleh siswa.

Revisi: animasi pemantulan gelombang dibuat lebih jelas mengenai arah dan bentuk gelombang agar siswa mudah paham.

- c. Lengkapi keterangan gambar agar mudah dipahami.

- d. **Saran:** Konsistensi penggunaan bahasa dalam media.

Revisi: semua tombol dan judul sub bab dalam aplikasi menggunakan bahasa Indonesia yang baik.

- e. **Saran:** Tambahkan keterangan untuk menggeser layar setelah mengisi identitas pengguna dan sandi di petunjuk penggunaan.

Revisi: diberikan informasi tambahan pada petunjuk penggunaan untuk meng”klik” tulisan selesai pada papan ketik setelah mengisi identitas agar dapat masuk ke aplikasi.

- f. Kalau bisa ditambahkan juga materi yang lain agar dapat membantu siswa belajar.

f. Kajian Produk Akhir

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP merupakan salah satu produk akhir yang dikembangkan. RPP dikembangkan dengan model *Guided Discovery Learning* dan pendekatan *scaffolding* berbantuan aplikasi IPMLM. Sesuai dengan Permendikbud No. 22 tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, RPP yang dikembangkan terdiri atas beberapa komponen yakni

- a. Identitas sekolah

- b. Identitas mata pelajaran
- c. Kelas/semester
- d. Materi pokok
- e. Alokasi waktu
- f. Tujuan pembelajaran
- g. Kompetensi inti (KI)
- h. Indikator pembelajaran
- i. Materi ajar
- j. Metode, media dan sumber belajar
- k. Langkah pembelajaran

RPP yang dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa. RPP telah melalui beberapa tahap pengembangan. Pertama, kelayakan RPP dinilai secara konstruksi oleh ahli. Hasil penilaian menunjukkan bahwa RPP mencapai kategori “sangat layak” digunakan untuk meningkatkan HOTS. Kedua, RPP diujicobakan di 3 kelas yang berbeda. RPP terlaksana 100% dan mencapai kategori “sangat layak”. Jadi dapat disimpulkan bahwa RPP yang dikembangkan sudah baik dan sangat layak digunakan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa pada materi karakteristik gelombang mekanik.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD yang dikembangkan bertujuan sebagai alat bantu untuk meningkatkan HOTS dan toleransi. Pengembangan LKPD mengacu pada

Depdiknas (2008) tentang pedoman pengembangan bahan ajar. LKPD yang dikembangkan berisi beberapa komponen yakni:

1. Judul

Judul atau materi yang disajikan harus berintikan KD atau materi pokok yang harus dicapai oleh siswa.

2. Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapai

3. Peralatan/bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas

4. Informasi singkat

5. Langkah kerja

6. Tugas yang harus dilakukan (tugas-tugas yang diberikan kepada siswa dapat berupa teoritis dan atau tugas-tugas praktis).

7. Laporan yang harus dikerjakan

8. Kegiatan dalam LKPD harus mendukung dalam meningkatkan kemampuan siswa yakni HOTS dan toleransi

Kelayakan LKPD yang dikembangkan sudah dinilai oleh ahli dan mencapai kategori “sangat layak” digunakan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa. LKPD yang dikembangkan dituangkan dalam aplikasi IPMLM untuk dapat digunakan siswa dalam proses pembelajaran.

3. Aplikasi IPMLM

Aplikasi IPMLM yang dikembangkan merupakan aplikasi online berbasis android. Aplikasi IPMLM berisi beberapa fungsi dan menu utama.

Tampilan aplikasi hasil pengembangan ditunjukkan sebagai berikut:

- a. Halaman Menu Utama



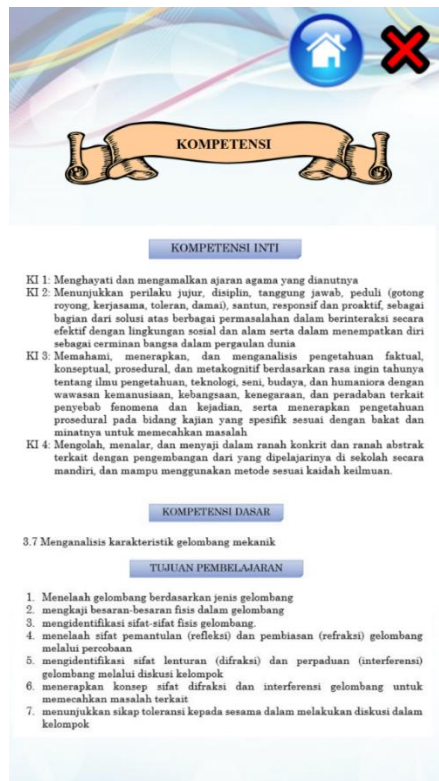
The screen displays a login and registration interface. At the top, a decorative frame contains the text "Interactive Physics Mobile Learning Media" and "KARAKTERISTIK GELOMBANG MEKANIK". Below this are two input fields: "Nama Pengguna (Nama Siswa)" and "Kata Sandi". There are two green buttons: "Masuk" (Login) and "Daftar" (Register). A link "Belum punya akun?" (Don't have an account?) is located between the buttons.



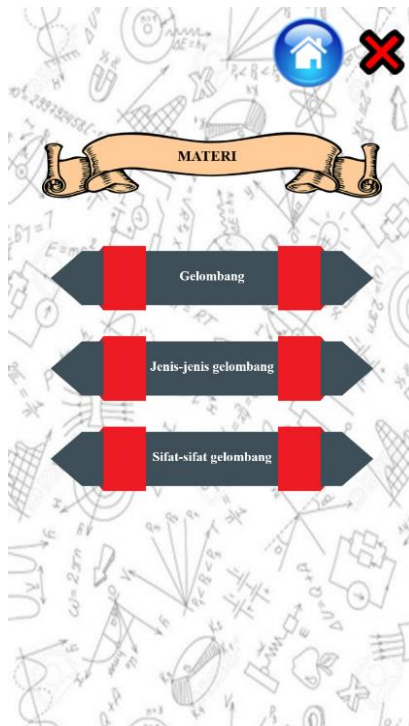
b. Menu Petunjuk Penggunaan



c. Menu Kompetensi



d. Menu Materi



Perhatikan video berikut!

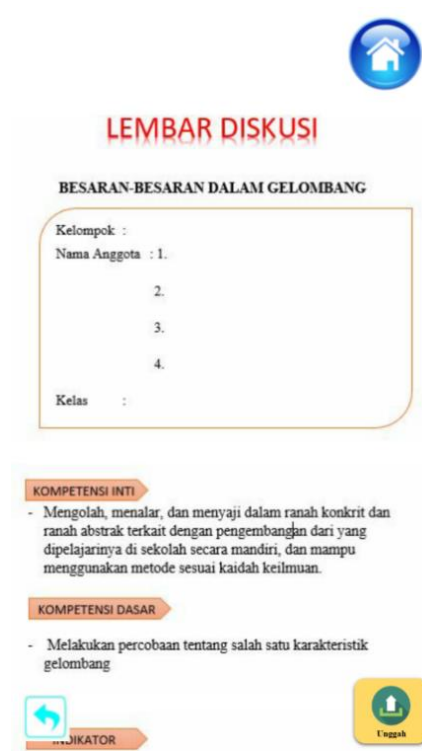
Bagaimana keadaan permukaan air saat sebelum terkena tetesan air?

Apa yang terjadi pada permukaan air saat setelah terkena tetesan air?

Dimisalkan sebuah wadah berisi air terkena tetesan air dan mengakibatkan terjadinya gangguan pada permukaan air, kemudian gangguan tersebut dirambatkan oleh air ke tepi wadah.

Selama dirambatkan, gangguan tidak membawa atau menyeret materi yang

e. Menu LKPD



f. Menu Penilaian



g. Menu Profil Pengembang



Aplikasi IPMLM telah melalui beberapa tahap pengembangan. Kelayakan aplikasi telah dinilai oleh ahli materi dan ahli media. Hasil penilaian IPMLM oleh ahli materi mencapai kategori “sangat layak”, sedangkan oleh ahli media mencapai kategori “sangan layak” digunakan dalam pembelajaran. Aplikasi sudah direvisi sesuai dengan komentar dan saran penilai. Setelah dinilai kelayakannya, aplikasi IPMLM diujicoba melalui dua tahapan, yakni uji coba terbatas dan uji coba luas. Hasil uji coba menunjukkan bahwa aplikasi IPMLM baik dan layak digunakan untuk meningkatkan HOTS dan toleransi siswa.

g. Keterbatasan Penelitian

Proses penelitian sudah dilakukan sesuai dengan prosedur yang sudah disusun. Namun, masih ada keterbatasan penelitian yang tidak dapat dikendalikan peneliti saat di lapangan. Adapun keterbatasan tersebut yakni:

1. Ada salah satu sekolah yang memiliki keterbatasan koneksi internet sehingga proses pembelajaran sedikit terganggu.
2. Ada beberapa siswa yang tidak mengikuti keseluruhan kegiatan pembelajaran karena mengikuti kegiatan-kegiatan lain yang diselenggarakan sekolah.
3. Ada beberapa siswa yang lupa membawa *smartphone* saat kegiatan berlangsung sehingga siswa terpaksa menggunakan *smartphone* temannya secara bersamaan, hal tersebut sedikit mengganggu proses penelitian.