

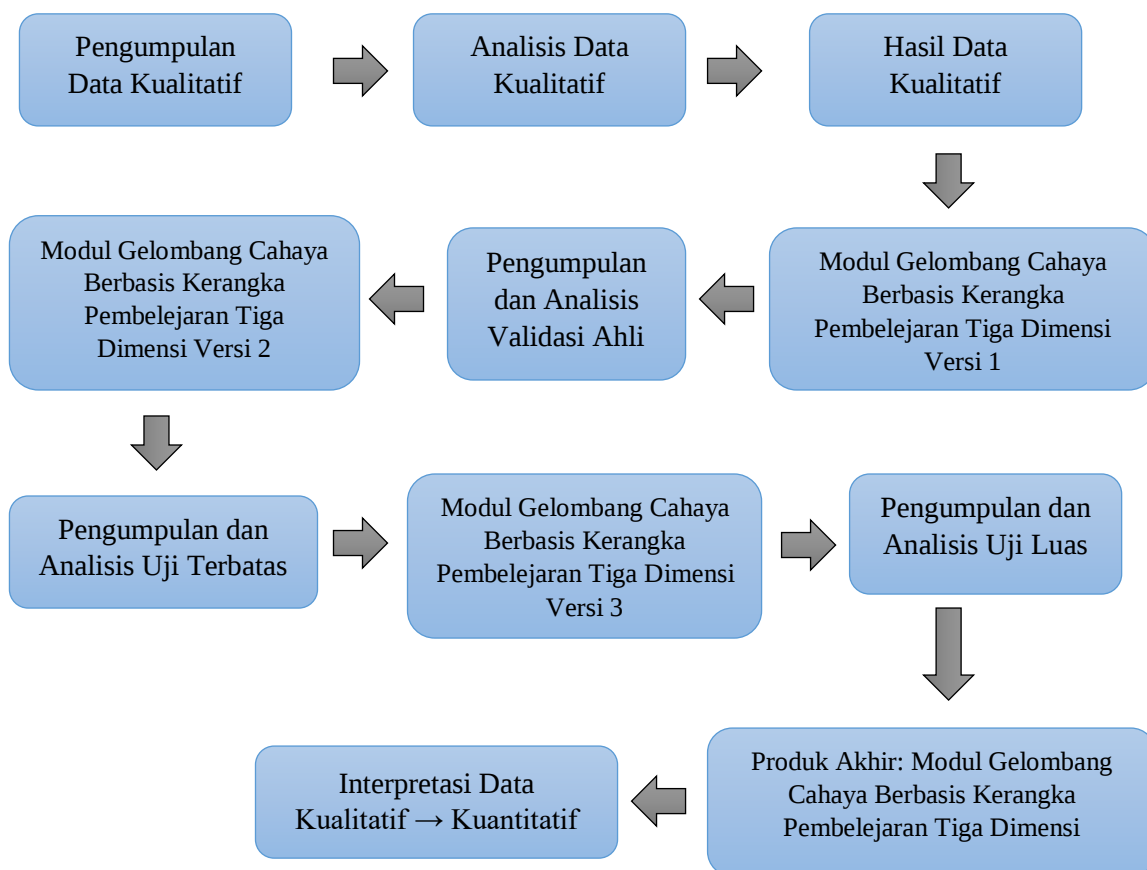
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed method*. Penelitian ini merupakan suatu langkah penelitian dengan menggabungkan dua bentuk penelitian yang telah dilakukan yaitu penelitian kualitatif dan kuantitatif. Menurut Creswell (2018) *mixed method* merupakan metode penelitian yang mengkombinasikan antara pengumpulan data secara kualitatif dan kuantitatif, agar diperoleh data yang lebih komprehensif, valid, dan reliabel. *Mixed method* diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah terangkum dalam BAB I.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan menggunakan metode campuran bertahap (*sequential mixed method*) dengan desain penelitian *sequential exploratory design*. Desain penelitian *sequential exploratory design* merupakan suatu rancangan dimana pada tahap pertama peneliti mengumpulkan dan menganalisis data kualitatif. Kemudian, pada tahap kedua dilanjutkan dengan mengumpulkan data kuantitatif yang didasarkan pada hasil dari tahap pertama. Hasil analisis data kuantitatif digunakan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari produk modul yang telah disusun dan dikembangkan serta mengetahui bagaimana hasil uji coba produk modul tersebut. Desain penelitian ini disesuaikan dengan capaian tujuan penelitian yaitu untuk menghasilkan modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi di Sekolah Menengah Atas (SMA). Diagram alur pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3.1

Adaptasi *exploratory design* dalam pengembangan modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi

Pada penelitian kualitatif, diperoleh data kualitatif berupa pengembangan modul yang melibatkan ahli. Data kualitatif tersebut dianalisis sehingga diperoleh kesimpulan konstruksi pengembangan modul. Kemudian, pada penelitian kuantitatif diperoleh data kuantitatif berupa hasil uji coba produk berupa modul yang telah dikembangkan. Hasil data kuantitatif dianalisis kemudian diinterpretasikan sehingga menghasilkan produk akhir berupa modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi yang dapat diakses secara *online* melalui *smartphone*, laptop, komputer, dan perangkat *mobile* lainnya.

3.2 Partisipan Penelitian

Partisipan yang terlibat dalam melaksanakan penelitian pengembangan ini diantaranya:

- 1) Ahli yang menilai validitas logis baik dari segi konstruk dan konten. Ahli yang dimaksud terdiri dari empat (4) orang dosen dari Departemen Pendidikan Fisika.
- 2) Guru yang memberikan tanggapan mengenai modul pembelajaran yang digunakan di sekolah. Guru menilai validitas logis baik dari segi konstruk dan konten berdasarkan sudut pandang praktisi. Guru yang dimaksud terdiri dari tiga orang guru yang mengajar mata pelajaran Fisika di SMA. Selain itu, terdapat 20 orang guru yang menjadi responden terkait produk modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi.
- 3) Peserta didik yang terlibat dalam kegiatan uji coba pengembangan modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi ini yaitu kelas XI dan XII MIPA SMA. Peserta didik yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 200 orang peserta didik dari SMAN 1 Jatiluhur di Kabupaten Purwakarta, 30 orang peserta didik kelas XII MIPA SMA terlibat pada uji coba terbatas, sedangkan 170 orang peserta didik kelas XI MIPA SMA terlibat pada uji coba luas.

Penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *convenience sampling*. *Convenience sampling* merupakan salah satu jenis teknik pengambilan sampel *non probability sampling* dimana target anggota populasi sudah memenuhi kriteria praktis tertentu seperti aksesibilitas mudah, ketersediaan pada waktu tertentu, atau kesediaan untuk berpartisipasi dalam penelitian tertentu (Creswell, dkk., 2018). Berdasarkan teknik sampling tersebut, peserta didik yang dipilih sebagai responden yaitu peserta didik dalam satu kelas yang sedang mempelajari materi gelombang cahaya. Selain itu, partisipan juga disesuaikan dengan kesediaan pihak sekolah dan peserta didik untuk ikut berpartisipasi dalam penelitian ini.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan untuk memperoleh data terkait hal-hal dalam penelitian “Pengembangan Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi” adalah sebagai berikut:

3.3.1 Lembar Kuesioner Pembelajaran Tiga Dimensi

Kuesioner pembelajaran tiga dimensi diberikan kepada guru dan peserta didik di SMA di Kabupaten Purwakarta. Kuesioner pembelajaran tiga dimensi diberikan melalui *google form* yang terdiri dari empat bagian. Bagian pertama berisi mengenai karakteristik responden. Bagian kedua berisi mengenai konsep dasar yang dimiliki oleh responden terhadap kerangka pembelajaran tiga dimensi. Bagian ketiga berisi tentang modul pembelajaran yang digunakan di sekolah. Bagian keempat berisi tentang kritik dan saran dari responden. Kuesioner pembelajaran tiga dimensi digunakan untuk menganalisis kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Kuesioner pembelajaran tiga dimensi dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Gambar 3. 2

Kuesioner Pembelajaran Tiga Dimensi

3.3.2 Lembar Validasi Ahli

Lembar validasi merupakan lembar penilaian yang digunakan oleh ahli untuk menilai instrumen modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Lembar ini meninjau konten, konstruk, dan bahasa sehingga instrumen yang dikembangkan sesuai dengan kerangka kerja pembelajaran tiga dimensi dalam materi gelombang cahaya untuk tingkat SMA, serta memiliki bahasa yang baik sesuai Ejaan Yang Disempurnakan (EYD), jelas dan tidak bermakna ganda. Lembar validasi diberikan dalam bentuk *google form* dan dilaksanakan secara daring (*online*). Lembar validasi modul yang dikembangkan dapat diakses menggunakan *website* melalui link <https://bit.ly/LembarValidasiModulGelCahaya>. Link tersebut digunakan agar konten digital dalam modul seperti video dan simulasi dapat ditampilkan dengan baik. Penilaian diberikan untuk setiap aspek dengan memilih kriteria penilaian yang paling menggambarkan modul yang dikembangkan, apakah kriteria aspek yang disebutkan **tidak sesuai, kurang sesuai, agak sesuai, sesuai atau sangat sesuai**. Lembar validasi ahli dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Lembar Validasi Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi

Dalam rangka penelitian terkait dengan "Pengembangan Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi", peneliti memohon kesediaan Bapak/Ibu sebagai Expert Judgment untuk memvalidasi prototipe yang dimaksud, berupa prototipe Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi. Prototipe ini dikembangkan mengacu pada Framework Three-Dimensional Learning, yang merupakan A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas (National Research Council, 2014; National Research Council, 2012; NGSS Lead States, 2013).

Kualitas modul dikembangkan berdasarkan Learning Object Review Instrument (LORI) 2.0 (Nesbit, dkk., 2009). LORI 2.0 merupakan instrumen untuk menilai bahan ajar khususnya bahan ajar digital, terdapat delapan aspek pada bahan ajar yang dinilai berdasarkan LORI 2.0. Penilaian diberikan untuk setiap aspek dengan memilih kriteria penilaian yang paling menggambarkan bahan ajar yang dikembangkan, apakah kriteria aspek yang disebutkan tidak sesuai, kurang sesuai, agak sesuai, sesuai atau sangat sesuai.

- 1) Kualitas konten: Apakah konten pada modul sudah sesuai dengan konsep fisika? Apakah Ide-ide yang disampaikan dapat digunakan kembali dengan konteks yang berbeda?
- 2) Kesesuaian learning objective : Apakah konten pada modul sudah sesuai dengan learning objective?
- 3) Respon dan Adaptasi : Apakah konten pada modul dapat beradaptasi dan memberikan umpan balik yang dapat digunakan oleh peserta didik atau model pembelajaran berbeda?
- 4) Motivasi : Apakah modul dapat memberi motivasi dan menarik perhatian siswa dalam menggunakan bahan ajar tersebut?
- 5) Desain Penyajian : Apakah desain dari visual dan audio memuat informasi yang dapat meningkatkan pembelajaran dan proses mental yang efisien?
- 6) Kemudahan Penggunaan : Apakah modul memiliki navigasi yang baik dan antarmuka yang intuitif serta mudah untuk digunakan oleh pengguna?
- 7) Aksesibilitas : Apakah desain modul dapat dikontrol dan format penyajian mengakomodasi berbagai karakter atau keadaan peserta didik?
- 8) Pemenuhan Standar : Apakah modul memenuhi suatu standar yang berlaku dan dapat dioperasikan dalam platform yang umum dan banyak digunakan?

Pada bagian akhir, Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan rekomendasi dan saran perbaikan untuk modul yang dikembangkan setelah Bapak/Ibu memberikan penilaian. Demikian permohonan kami sampaikan, atas bantuan dan kesediaan Bapak/Ibu, kami mengucapkan terima kasih.

Lembar Validasi Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi

[Login ke Google](#) untuk menyimpan progres. [Pelajari lebih lanjut](#)

* Wajib

Kegiatan Pembelajaran 1: Interferensi Gelombang Cahaya

Kualitas Konten *

	1	2	3	4	5	
Tidak Sesuai	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Sesuai

Kesesuaian Tujuan Pembelajaran *

	1	2	3	4	5	
Tidak Sesuai	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Sesuai

Respon dan Adaptasi *

	1	2	3	4	5	
Tidak Sesuai	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Sesuai

Gambar 3. 3

Lembar Validasi Ahli

3.3.3 Lembar Uji Rumpang

Lembar uji rumpang digunakan untuk mengetahui tingkat keterbacaan modul yang telah disusun. Lembar uji rumpang diberikan setelah peserta didik membaca modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Menurut Sabarua (2018) teknik uji rumpang merupakan sebuah teknik untuk melatih daya tangkap pembaca terhadap pesan penulis dengan cara menyajikan bacaan yang tidak utuh (dirumpangkan) dan pembaca bertugas untuk mengisinya sehingga menjadi bacaan seperti semula. Instrumen uji rumpang berupa paragraf rumpang (yang kehilangan beberapa kata) dari modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi dengan total isian berjumlah sepuluh. Lembar uji rumpang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

LEMBAR UJI RUMPAH
MODUL GELOMBANG CAHAYA BERBASIS
KERANGKA PEMBELAJARAN TIGA DIMENSI
Kegiatan Pembelajaran 1: Interferensi Cahaya

Nama Lengkap: _____

Petunjuk:
 Setelah Anda membaca Modul Interaktif Penerapan Konsep dan Prinsip Gelombang Cahaya dalam Teknologi Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi, isilah titik-titik pada naskah rumpung berikut dengan jawaban yang benar dan tepat!

Naskah Rumpung:
 Pernahkah Anda melihat gelembung sabun yang tampaknya berwarna-warni seperti pelangi? Warna pada gelembung sabun seperti pada Gambar 1 bukan disebabkan oleh pembiasan tetapi terjadi karena interferensi konstruktif dan destruktif dari sinar yang dipantulkan oleh suatu lapisan tipis.
 Ketika dua gelombang atau lebih saling berinteraksi, amplitudo gelombang yang dihasilkan adalah jumlah dari amplitudo awal masing-masing gelombang. Hal ini dinamakan prinsip superposisi. Superposisi (penggabungan) dua gelombang atau lebih yang koheren disebut fenomena (1) (2) artinya mempunyai amplitudo dan frekuensi yang sama, serta beda fasisnya tetap. Dalam Gambar 2 terlihat bahwa interferensi dapat bersifat konstruktif dan destruktif, bergantung pada fase masing-masing gelombang.
 Contoh pola interferensi dapat teramati pada gelombang air di kolam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Kita juga dapat melihat pola interferensi yang dihasilkan oleh sepasang sumber gelombang koheren ditempatkan berdampingan di atas permukaan air dalam tangki riak pada Gambar 4. Interferensi tidak hanya terjadi pada gelombang air, melainkan dapat terjadi pula pada gelombang bunyi dan cahaya yang tidak kasat mata.

Interferensi Celah Ganda
 Pada tahun 1801, ilmuwan Inggris Thomas Young membuktikan sifat cahaya sebagai gelombang dalam melakukan eksperimen interferensi celah ganda. Thomas Young melewatkan gelombang cahaya koheren melalui dua celah sempit yang dikenal dengan

Maka jarak antara garis terang dan gelap yang berdekatan, berlaku hubungan berikut:

$$\Delta y_{t,g} = \frac{1}{2} \Delta y = \frac{L\lambda}{2d}$$

Interferensi Lapisan Tipis

Kita semua telah memperhatikan spektrum warna yang indah yang dipantulkan dari gelembung sabun seperti pada Gambar 9 atau dari bensin di jalan yang basah. Warna-warna ini dihasilkan oleh interferensi dari gelombang cahaya. Fenomena ini disebut (6).

Pola interferensi pada lapisan tipis dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu (7) dan (8). Berdasarkan Gambar 10, sinar AB merupakan sinar monokromatik yang datang pada permukaan lapisan tipis. Sebagian sinar AB dipantulkan oleh permukaan bidang batas udara dan lapisan tipis (sinar BE) dan sebagian lagi dibiaskan ke dalam medium lapisan tipis (sinar BC). Sinar BC dipantulkan oleh permukaan bidang batas lapisan tipis dan udara (sinar CD). Sinar CD dipantulkan oleh permukaan atas dan sebagian lagi dibiaskan keluar film (sinar DF). Sinar BE dan DF datang bersamaan di mata kita.

..... (9) (pola terang) dinyatakan dalam:

$$2nt = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

Sedangkan (10) (pola gelap) dinyatakan dalam:

$$2nt = m\lambda$$

dengan

t = tebal lapisan tipis

m = orde interferensi

n = indeks bias lapisan

λ = panjang gelombang

Penerapan Interferensi dalam Teknologi

Cincin Newton

Ketika lensa cembung yang memiliki sedikit kelengkungan di bagian bawah ditempatkan pada pelat kaca optik datar dan diterangi dari atas dengan cahaya monokromatik terang, maka akan tampak pola cincin terang dan gelap. Pola ini diketahui sebagai cincin Newton, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 11.

Cincin Newton adalah teknik pengujian yang berguna dalam pembuatan lensa presisi untuk kacamata dan alat optik lainnya. Jika permukaan pelat kaca rata sempurna, pola yang terbentuk

Gambar 3. 4

Lembar Uji Rumpung

3.3.4 Lembar Keterbacaan Peserta Didik

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik pada modul yang disusun. Penilaian diberikan untuk setiap aspek dengan memilih kriteria penilaian yang paling menggambarkan modul yang dikembangkan dengan kriteria aspek yaitu: 1) kualitas konten, 2) desain penyajian, 3) motivasi, 4) interaksi penggunaan, 5) aksesibilitas, 6) inovasi. Penilaian keterbacaan peserta didik kemudian dikategorikan ke dalam beberapa kategori, yaitu **tidak sesuai, kurang sesuai, agak sesuai, sesuai atau sangat sesuai**. Peserta didik dapat mengakses instrumen secara *online* menggunakan *website* melalui link <https://bit.ly/UjiLuasketerbacaanModulGelCahaya>. Lembar keterbacaan diisi oleh peserta didik melalui *google form*. Link tersebut digunakan agar konten digital dalam modul seperti video dan simulasi dapat ditampilkan dengan baik. Lembar keterbacaan peserta didik diberikan setelah proses pembelajaran berakhir. Instrumen keterbacaan peserta didik dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Pengembangan Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi

Inggrid Anggi Putri Wandana
Ridwan Efendi
Taufik Ramlan Ramalis

Prodi Magister Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia

Keterbacaan Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi

Dalam rangka penelitian terkait dengan "Pengembangan Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi", Tim peneliti memohon kesediaan adik-adik siswa/i SMA/SMK/MA untuk menguji menjawab prototipe yang dimaksud, berupa prototipe Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi. Prototipe ini dikembangkan mengacu pada Framework Three-Dimensional Learning, yang merupakan A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas (National Research Council, 2014; National Research Council, 2012; NGSS Lead States, 2013).

Adik-adik siswa/i dimohon untuk memberikan penilaian terhadap Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi.

Penilaian diberikan untuk setiap aspek dengan memilih kriteria penilaian yang paling menggambarkan bahan ajar yang dikembangkan, apakah kriteria aspek yang disebutkan tidak sesuai, kurang sesuai, agak sesuai, sesuai atau sangat sesuai.

Seluruh informasi yang diperoleh dari instrumen ini hanya akan digunakan untuk keperluan penelitian saja dan akan dijaga kerahasiaannya sesuai dengan etika penelitian. Atas bantuan dan kesediaan Siswa/i, kami mengucapkan terima kasih.

* Required

Nama Siswa *

Your answer

Jenis Kelamin *

☐ Laki-laki

☐ Perempuan

A. Kualitas Konten

Bagaimana isi, cara penyampaian, dan media yang ada pada bahan ajar

1. Penyampaian materi dalam Modul Interaktif Penerapan Konsep dan Prinsip Gelombang Cahaya dalam Teknologi Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi sudah jelas dan mudah dipahami oleh saya *

1 2 3 4 5

Tidak Sesuai ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Sesuai

2. Ilustrasi dan video di dalam Modul Interaktif Penerapan Konsep dan Prinsip Gelombang Cahaya dalam Teknologi Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi membuat saya lebih mudah memahami materi *

1 2 3 4 5

Tidak Sesuai ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Sesuai

3. Informasi sains tambahan dalam Modul Interaktif Penerapan Konsep dan Prinsip Gelombang Cahaya dalam Teknologi Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi informatif dan sangat menarik bagi saya *

1 2 3 4 5

Tidak Sesuai ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Sesuai

4. Lab virtual di dalam Modul Interaktif Penerapan Konsep dan Prinsip Gelombang Cahaya dalam Teknologi Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi membantu saya lebih memahami materi *

1 2 3 4 5

Tidak Sesuai ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Sesuai

5. Penyampaian materi dalam Modul Interaktif Penerapan Konsep dan Prinsip Gelombang Cahaya dalam Teknologi Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi cocok dengan gaya belajar saya *

1 2 3 4 5

Tidak Sesuai ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Sesuai

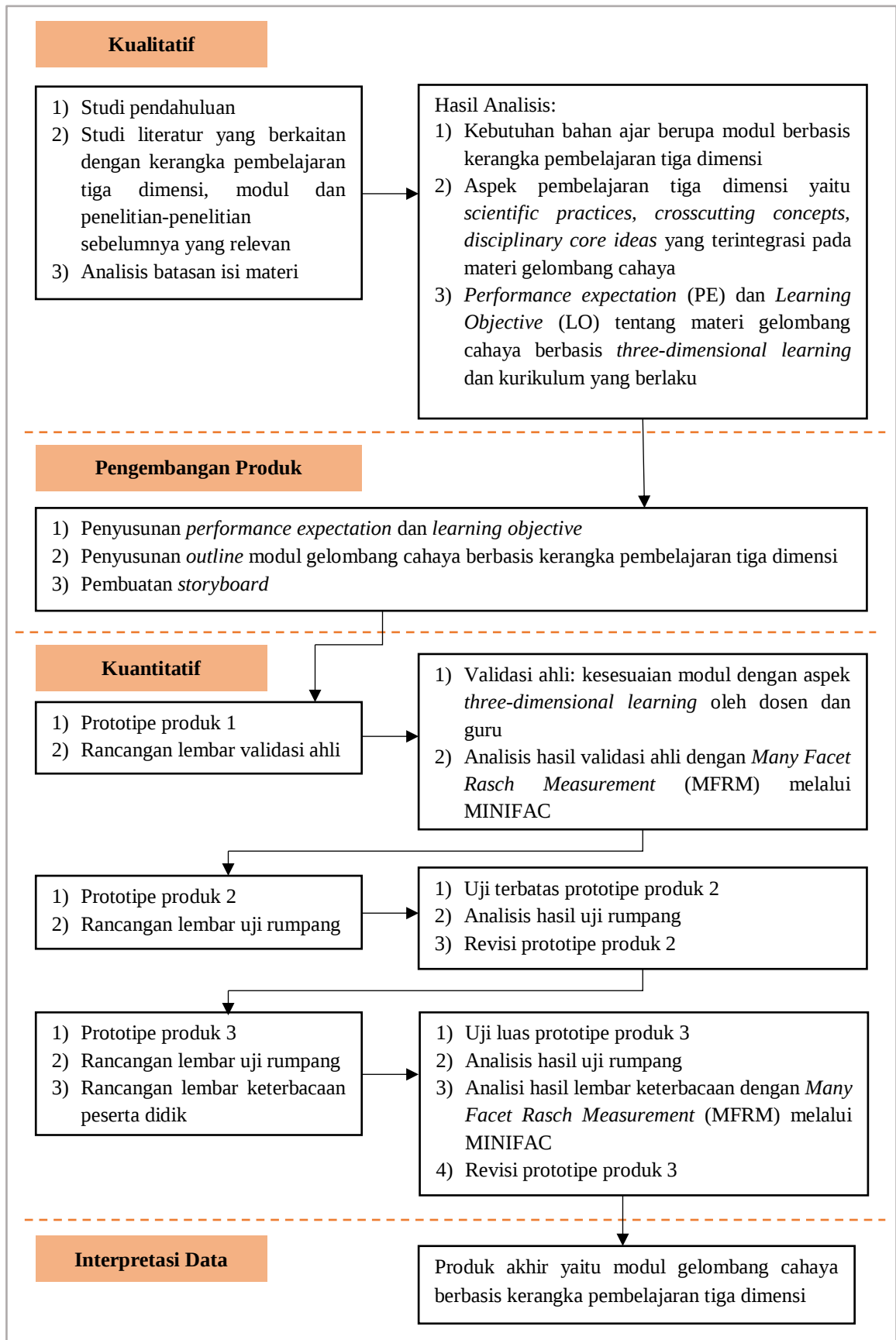
[Back](#) [Next](#) Page 2 of 8 [Clear form](#)

Gambar 3. 5

Lembar Keterbacaan Peserta Didik

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini melalui empat tahap yaitu tahap penelitian kualitatif, pengembangan produk, tahap penelitian kuantitatif, dan interpretasi data. Prosedur penelitian dapat dilihat secara rinci pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6

Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengumpulan dan Analisis Data Kualitatif

Pada tahap ini, kegiatan yang dilakukan meliputi studi pendahuluan, studi literatur, dan menentukan batasan materi yang berkaitan dengan penelitian. Pengumpulan dan analisis data kualitatif pertama dilakukan beberapa tahap diantaranya:

3.4.1.1 Studi Pendahuluan

Pada tahap studi pendahuluan, peneliti memberikan *Three-Dimensional Learning Questionnaires of Physics* (3DLQP) dalam bentuk *google form* kepada guru dan peserta didik yang berisikan tentang kerangka pembelajaran tiga dimensi dan bahan ajar yang sering ditemukan di lapangan. Informasi yang didapatkan pada tahap ini yaitu bahan ajar yang guru sering berikan kepada peserta didik dimana salah satunya berupa modul dan kerangka pembelajaran tiga dimensi.

3.4.1.2 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk memperoleh data yang akurat mengenai permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini. Literatur yang dipelajari meliputi literatur bahan ajar berupa modul, kerangka pembelajaran tiga dimensi, dan mengkaji hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Informasi yang didapatkan dari studi literatur ini, kemudian digunakan sebagai bahan rujukan untuk mengembangkan modul berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi.

3.4.1.3 Analisis Batasan Materi

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu menentukan batasan isi materi dan konsep esensial yang terdapat dalam materi gelombang cahaya. Tahap analisis batasan materi dilakukan dengan mengkaji kurikulum dimana hal-hal yang dianalisis dalam kurikulum meliputi kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator dan RPP yang digunakan di sekolah sebagai tolak ukur batasan materi yang akan digunakan dalam penelitian.

3.4.2 Pengembangan Modul Gelombang Cahaya Berbasis Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi

Pada tahap pengembangan, kegiatan yang dilakukan yaitu menetapkan langkah-langkah sistematis untuk menghasilkan produk berupa modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam kegiatan pada tahap pengembangan diantaranya sebagai berikut:

3.4.2.1 Penyusunan Draft Modul

Penyusunan draft modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi dilakukan dengan menggunakan aplikasi *microsoft word* dan disimpan dalam bentuk doc. Dalam penyusunannya, draft melewati beberapa revisi oleh tim ahli. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan draft modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi ini yaitu menentukan materi yang akan disajikan dalam modul, menentukan *performance expectation* (PE) dan *learning objective* (LO) tentang materi gelombang cahaya yang disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku. Draft modul yang dikembangkan dirancang agar dapat digunakan secara *online*. Alat bantu yang digunakan yaitu *software pdf*, penyimpanan *google drive*, dan dapat diakses melalui *website*. Draft modul yang disusun terdiri dari tiga bagian, antara lain:

- 1) Bagian pembuka, terdiri dari sampul modul, kata pengantar, daftar isi, glosarium, dan peta konsep
- 2) Bagian inti, terdiri dari pendahuluan, uraian materi, dan tugas belajar. Pada bagian pendahuluan, terdiri dari petunjuk penggunaan modul dan deskripsi singkat materi. Pada bagian uraian materi terbagi menjadi tiga kegiatan pembelajaran dimana dalam setiap kegiatan pembelajaran terdapat *performance expectation* (PE) dan *learning objective* (LO), uraian materi, video pembelajaran, dan latihan soal.
- 3) Bagian penutup, terdiri dari evaluasi dan daftar pustaka.

3.4.3 Pengumpulan dan Analisis Data Kuantitatif

Tahap pengumpulan data kuantitatif merupakan hasil validitas produk dan hasil uji coba modul yang telah dikembangkan. Data tersebut dianalisis

menggunakan *Many Facet Rasch Measurement* (MFRM) melalui aplikasi Minifac. Berikut pengumpulan dan analisis data kuantitatif meliputi:

3.4.3.1 Validasi Produk Modul

Validasi produk merupakan kegiatan untuk mengetahui kelayakan dari produk yang dikembangkan. Produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi sehingga validasi yang dilakukan terhadap produk yang dikembangkan yaitu validasi kesesuaian modul dengan kerangka pembelajaran tiga dimensi. Kegiatan validasi dilakukan oleh para ahli yaitu dosen dan guru. Pada tahap validasi produk, penilaian, kritik dan saran dari para ahli akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kelayakan maupun perbaikan dari produk yang telah disusun. Hasil validasi digunakan untuk merevisi modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi versi 1 menjadi versi 2. Pembuatan modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi versi 2 yang sudah siap selanjutnya digunakan dalam pelaksanaan uji coba terbatas.

3.4.3.2 Uji Coba

Uji coba terbatas dilakukan kepada peserta didik kelas XII MIPA yang terdiri dari 30 orang. Tujuan dari uji coba terbatas ini untuk mengidentifikasi modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi versi 2 sudah dapat digunakan atau belum oleh peserta didik. Hasil yang didapatkan dari uji coba terbatas ini yaitu data mengenai tingkat keterbacaan dan respon peserta didik terhadap modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan revisi terhadap versi 2 sehingga menjadi modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi versi 3. Selanjutnya, pelaksanaan uji coba luas dilakukan pada peserta didik SMA kelas XI MIPA sebanyak 170 orang. Tujuan dari uji coba luas ini yaitu untuk mendapatkan data mengenai hasil keterbacaan dan respon peserta didik terhadap modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan revisi terhadap versi 3 sehingga menjadi modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Pada tahap ini dihasilkan

produk akhir yaitu modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi.

3.4.4 Interpretasi Data Kualitatif dan Kuantitatif

Kegiatan interpretasi adalah tahap terakhir yang dilakukan sebagai bahan evaluasi terhadap kelebihan dan kekurangan yang ada pada modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi. Pada tahap interpretasi data, data kualitatif dijelaskan berdasarkan pengumpulan data dan analisis data kualitatif, sedangkan data kuantitatif dijelaskan berdasarkan pengumpulan data dan analisis data kuantitatif.

3.5 Jenis Data

Data yang telah diperoleh dengan menggunakan instrumen penelitian selanjutnya diolah dan dianalisis. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data kualitatif dan data kuantitatif. Penjelasan sebagai berikut:

3.5.1 Data Kualitatif

Data kualitatif diantaranya terdiri dari studi literatur mengenai bahan ajar berupa modul dan kerangka pembelajaran tiga dimensi. Data kualitatif pun diperoleh dari kegiatan observasi pada pembelajaran Fisika yang dilakukan pada studi pendahuluan. Pada tahap studi pendahuluan, peneliti membuat kuesioner melalui *google form* yang diberikan kepada guru dan peserta didik mengenai kerangka pembelajaran tiga dimensi dan bahan ajar berupa modul yang sering digunakan di sekolah. Data lainnya diperoleh dari catatan perbaikan dari ahli atau validator pada kegiatan validasi. Pada tahap validasi, data diperoleh melalui lembar validasi berupa catatan saran untuk perbaikan dalam pengembangan modul. Pada kegiatan uji terbatas, angket keterbacaan diberikan kepada peserta didik melalui *google form* untuk mengetahui keterbacaan modul yang telah dibuat dan disusun. Data berupa saran dari peserta didik dijadikan sebagai bahan masukan untuk pembuatan modul.

3.5.2 Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh dari kegiatan validasi ahli dan uji coba modul yang telah dikembangkan. Data validasi diperoleh dengan melibatkan beberapa ahli

untuk menilai modul yang didesain dengan menggunakan lembar validasi. Data tersebut merupakan data ordinal yang dianalisis dengan menggunakan *Many Facet Rasch Measurement* (MRFM). Pengolahan data menggunakan *Many Facet Rasch Measurement* (MFRM) ini dibantu dengan program Minifac yang dikembangkan oleh Winstep.

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.6.1 Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif berupa kuesioner pembelajaran tiga dimensi, komentar dan saran pada lembar validasi, pengisian lembar uji rumpang serta hasil angket keterbacaan peserta didik terhadap modul yang dikembangkan. Data tersebut kemudian dianalisis secara kualitatif deskriptif. Kualitatif deskriptif meliputi kegiatan mendeskripsikan, menafsirkan, menggambarkan, menguraikan data atau fenomena yang ada, baik bersifat alamiah maupun rekayasa manusia, yang lebih memperhatikan karakteristik, kualitas, dan keterkaitan antar kegiatan. Hasil analisis data ini kemudian digunakan sebagai bahan revisi modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi.

3.6.2 Analisis Data Kuantitatif

Data yang diperoleh dari penelitian kuantitatif terdiri dari data hasil validasi dan data keterbacaan peserta didik. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *Many Facet Rasch Measurement* (MRFM) yang dikembangkan oleh Linacre (1994) sebagai pengembangan *Rasch Measurement*. MFRM merupakan proses pengujian dengan menggunakan skala peringkat yang melibatkan beberapa validator sehingga diperoleh penilaian secara mendasar dari proses pengukuran tersebut (Sumintono & Widhiarso, 2014; Zahir & Sumintono, 2017). Kelebihan MFRM yaitu setiap hasil validasi dapat ditunjukkan berdasarkan cara penilai menggunakan skala peringkat sehingga ahli dapat mendefinisikan sendiri tentang skala peringkatnya (Bond & Fox, 2007; Boone dkk, 2014; Engelhard, 2013; Zahir & Sumintono, 2017). Pada penelitian ini, MFRM digunakan untuk mengukur

interaksi antara aspek yang dinilai. Untuk melakukan pengolahan data menggunakan MFRM ini dibantu dengan program Minifac yang dikembangkan oleh Winstep. Prinsip dalam pengolahan ini yaitu data mentah dari *microsoft excel* diubah menjadi sebuah program pengkodean khusus untuk dianalisis dengan *multiraters* (Zahir & Sumintono, 2017).

Berdasarkan hasil analisis menggunakan MFRM dengan bantuan Minifac dari Winstep dapat diketahui nilai logit dari setiap pernyataan modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi, validitas, dan reliabilitas berdasarkan hasil penilaian ahli, serta dapat diketahui pernyataan dari modul gelombang cahaya berbasis kerangka pembelajaran tiga dimensi yang diterima dan ditolak berdasarkan penilaian ahli. Hasil analisis tersebut dapat digunakan untuk menentukan rancangan modul yang paling baik untuk selanjutnya dilakukan uji coba.

Untuk nilai validitas pada tingkat instrumen ditentukan dengan melihat *unidimensionalitas* untuk nilai varian *explained by Rasch measures*. Nilai *unidimensionalitas* merupakan ukuran yang penting dalam mengevaluasi kemampuan instrumen dalam mengukur suatu yang diukur pada tingkat instrumen (Sumintono & Widhiarso, 2015). Berikut kategori untuk nilai *unidimensionalitas* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1

Kategori Nilai *Unidimensional*

Nilai varian <i>explained by Rasch measures</i>	Kategori
$20\% \leq X \leq 40\%$	Cukup
$40\% < X \leq 60\%$	Baik
$X > 60\%$	Sangat Baik

Sumber: Sumintono & Widhiarso, 2015

Validitas dapat dilakukan pula pada tingkat butir dengan melihat nilai *Outfit MnSq*, *Outfit ZStd* dan *PT Measure Correlation*. Untuk *Infit MnSq*, butir dinyatakan *fit* apabila memiliki nilai lebih kecil dari hasil jumlah *logit* rata-rata dan *logit* standar deviasi dari *logit Infit MnSq* tersebut. Nilai *Infit* menitikberatkan pada

responden (*person*) yang kemampuannya dekat dengan kesulitan item, sementara itu nilai *Outfit* tidak menitikberatkan siapapun sehingga lebih sensitif kepada pengaruh jawaban yang tidak wajar (Bond & Fox, 2015). *Person* dan item dinyatakan valid berdasarkan *Rasch Measurement* menurut Sumintono & Widhiarso (2015) apabila memenuhi minimal dua dari tiga kriteria berikut.

- 1) Nilai *Outfit Mean Square* (*MnSq*), untuk menguji konsistensi jawaban dengan tingkat kesulitan butir pernyataan;
- 2) Nilai *Outfit Z-Standard* (*ZStd*), untuk mendeskripsikan *how much* hasil *measure* merupakan butir outfit, tidak mengukur atau terlalu mudah, atau terlalu sulit;
- 3) Nilai *Point Measure Correlation* (*Pt Measure Corr*), untuk mendeskripsikan *how good* butir pernyataan dipahami, direspon beda, atau membingungkan dengan item lainnya.

Butir dinyatakan *fit* berdasarkan kriteria penerimaan *Outfit MnSq*, *Outfit ZStd* dan *PT Measure Correlation* yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2

Kriteria *Outfit MnSq*, *Outfit ZStd* dan *PT Measure Correlation* yang Diterima

	Rentang
<i>Outfit MnSq</i>	$0,5 < MnSq < 1,5$
<i>Outfit ZStd</i>	$-2,0 < ZStd < +2,0$
<i>PT Measure Correlation</i>	$0,4 < PT Measure Correlation < 0,85$

Sumber: Sumintono & Widhiarso, 2015

Instrumen yang baik harus memiliki reliabilitas yang baik pula. Analisis Rasch Measurement ini menghasilkan nilai reliabilitas butir, *person*, dan *Alpha Cronbach*. Reliabilitas butir dan *person* memiliki kategori seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3

Kategori Nilai Reliabilitas untuk Butir dan *Person*

Nilai	Keterangan
$< 0,67$	Tidak Baik
$0,67 - 0,80$	Cukup Baik

0,81 – 0,90	Baik
0,91 – 0,94	Sangat Baik
>0,94	Istimewa

Sumber: Sumintono & Widhiarso, 2015

Alpha Cronbach merupakan reliabilitas hasil pengukuran dari interaksi antara *person* dan butir secara keseluruhan. Berikut ini kategori nilai *Alpha Cronbach* seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4

Kategori nilai *Alpha Cronbach*

Nilai	Keterangan
< 0,5	Sangat Jelek
0,5 – 0,6	Jelek
0,6 – 0,7	Cukup
0,7 – 0,8	Baik
>0,8	Sangat Baik

Sumber: Sumintono & Widhiarso, 2015

Selain itu, data diperoleh berdasarkan hasil uji rumpang. Pengumpulan data pada teks rumpang dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Memeriksa kesesuaian jawaban yang dikerjakan peserta didik dengan kunci jawaban soal yang telah dibuat peneliti
- 2) Menghitung skor total yang diperoleh peserta didik dengan menjumlahkan skor masing-masing soal
- 3) Mengolah skor yang diperoleh peserta didik dalam bentuk persentase, digunakan rumus sebagai berikut:

$$q = \frac{y}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

q = prosentase peserta didik yang menjawab soal benar (%)

y = jumlah jawaban siswa yang benar

n = jumlah soal keseluruhan

Menganalisis hasil uji tes rumpang peserta didik, menurut Rankin dan Culhane (dalam Kurnia 2019) menetapkan interpretasi hasil uji rumpang sebagai berikut:

- 1) Pembaca berada pada tingkat independen atau bebas, jika persentase skor tes uji rumpang yang diperoleh di atas 60%;
- 2) Pembaca berada pada tingkat instruksional, jika persentase skor tes uji rumpang yang diperolehnya berkisar antara 40% - 60%;
- 3) Pembaca pada tingkat frustrasi atau gagal, jika persentase skor tes uji rumpang yang diperolehnya sama dengan atau kurang dari 40%.

Tabel 3. 5

Penafsiran Hasil Uji Rumpang

Rentang Persentase Uji Rumpang	Penggolongan Wacana
$X \geq 61,0 \%$	Mudah
$41,0\% \leq X \leq 60,9\%$	Sedang
$X \leq 40,9\%$	Sulit