

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Standar pembelajaran sains mengalami perubahan yang signifikan. Perubahan standar pembelajaran tidak hanya mengenai cara belajar siswa tetapi standar penilaian. Perubahan yang dimaksud salah satunya adalah kerangka kerja pendidikan sains yang dinamakan dengan *Next Generation Science Standard* (NGSS). NGSS mengemukakan suatu standar atau kerangka minimal yang harus dicapai siswa dalam pembelajaran sains, khususnya fisika (Rousseau & Khomenko, 2014). Kerangka kerja tersebut dirilis *The National Research Council* pada tahun 2012 yang dikenal dengan pembelajaran tiga dimensi. *Next Generation Science Standards: For States, By States* (NGSS Lead States, 2013) membuat kerangka kerja (*framework*) pembelajaran tiga dimensi (*three-dimensional learning*) sebagai standar pembelajaran sains terbaru, kerangka tersebut terdiri dari praktik saintifik, konsep lintas bidang ilmu, dan gagasan inti disiplin ilmu. Kerangka kerja tersebut menekankan bahwa ketiga dimensi penting untuk dikombinasikan ke dalam proses pembelajaran (National Academies Press, 2012; NGSS Lead States, 2013), sehingga pembelajaran tiga dimensi dapat dikombinasikan ke setiap aspek kesempatan belajar siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran (Lavery, Cooper dan Caballero 2015). Oleh karena itu, kerangka kerja ini banyak menggabungkan literatur pembelajaran sains agar tercapai tujuan pendidikan sains (Lavery dkk., 2016) dengan cara mendukung siswa membangun pengetahuan dan kemampuan melalui praktik sains dan teknik (Pellegrino dkk., 2014).

Kerangka kerja pembelajaran tiga dimensi berperan penting dalam pembelajaran sains termasuk fisika karena dapat membantu siswa memiliki pengetahuan yang koheren. Pembelajaran tiga dimensi menjelaskan bahwa dalam menyampaikan materi tidak secara detail akan tetapi cukup inti dari materinya sehingga hal tersebut dapat mendorong siswa untuk lebih menggali lagi dan mengevaluasi materi yang mereka butuhkan (National Research Council, 2012). Hal tersebut sejalan dengan penelitian bahwa siswa yang diberi tes sesuai dengan

standar *three-dimensional learning* memiliki kinerja yang baik (Carmel, Ward, & Cooper, 2017). Kerangka kerja pembelajaran tiga dimensi ini juga dirancang agar siswa dapat memahami satu inti disiplin ilmu dan dapat mengaitkan dengan konsep dasar bidang disiplin ilmu yang lain (National Research Council, 2014) sehingga tujuan dari kerangka tersebut dapat tercapai agar pembelajaran fisika dapat terlaksana secara menyeluruh.

Tuntutan dalam dunia pekerjaan masa kini semakin menantang sehingga siswa dituntut memiliki pengetahuan yang koheren agar dapat menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan. Saat ini tantangan bagi guru yaitu berinovasi menciptakan pembelajaran yang merujuk pada kerangka NGSS (Pellien dkk., 2014). Penerapan kerangka kerja NGSS mulai diadaptasi di Indonesia pada perangkat pembelajaran yang tidak hanya fokus pada peningkatan pengetahuan tetapi pada keterampilan dan sikap siswa. Salah satu penelitian mengenai kesesuaian pengembangan perangkat pembelajaran IPA berorientasi NGSS efektif untuk meningkatkan keterampilan siswa (Pratiwi & Wilujeng, 2019; Rachmawati, Prodjosantoso & Wilujeng, 2019). Selain itu penelitian mengenai perlunya penilaian otentik berorientasi NGSS diterapkan pada pembelajaran IPA SMP dan hasilnya guru belum menggunakan teknik dan penilaian sesuai dengan kompetensi yang diukur sesuai dengan tujuan NGSS (Cahyanti, Sukarmin & Ashadi, 2018) selanjutnya instrumen tes kimia berorientasi NGSS telah diuji kualitasnya valid dan andal (Lia, Rusilowati & Isnaeni, 2020). Hal tersebut menandakan perangkat pembelajaran termasuk instrumen penilaian berorientasi pembelajaran tiga dimensi perlu dikembangkan pada mata pelajaran fisika.

Penilaian dan proses pembelajaran merupakan aspek yang saling berkaitan (Utami, 2016). Oleh karena proses pembelajaran dapat terukur yaitu salah satunya dengan merancang standar penilaian. Standar penilaian sebagai dasar dalam penilaian pendidikan yang berisi kriteria mengenai tujuan, manfaat, prinsip, mekanisme, prosedur, dan instrumen penilaian (Permendikbud, 2016). Tujuan pokok penilaian yaitu menentukan nilai siswa dalam pembelajarannya (*summative assessment*) (Anderson dkk., 2010) hal tersebut diperkuat oleh (Andrade dan Cizek, 2010) bahwa penilaian sumatif dirancang untuk memberikan bukti pencapaian yang dapat digunakan dalam mengelompokkan siswa berdasarkan tingkat

pemahamannya, selain itu penilaian adalah tentang membuat penilaian mengenai kualitas siswa (Knight, 2006). Pendapat lain mengatakan penilaian merupakan komponen yang utuh dari pengajaran dan proses pembelajaran terutama jika dipandang sebagai elemen kontekstual dari lingkungan belajar (Momsen dkk., 2013). Oleh karena itu, penilaian tidak hanya sekedar cara untuk memberikan nilai tetapi dapat mewakili satu elemen kontekstual lingkungan belajar siswa sehingga secara signifikan membentuk persepsi siswa tentang konten dan keterampilan kognitif (Hammer dkk., 2005; Hall dkk., 2011). Pada tingkat yang lebih tinggi penilaian cenderung berfokus pada ingatan faktual, pengetahuan prosedural, dan pemecahan masalah algoritmik (Momsen, 2013).

Banyak penelitian dari berbagai disiplin ilmu berfokus pada pengembangan penilaian dan penyesuaian kurikulum untuk meningkatkan nilai siswa (Maloney, 2001). Penyesuaian kurikulum tentang standar penilaian juga berlaku di Indonesia yang tertulis dalam permendikbud tahun 2016 bahwa penilaian hasil belajar siswa meliputi aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap. Salah satunya instrumen penilaian PjBL yang berorientasi NGSS layak untuk mengukur kemampuan siswa merencanakan dan melaksanakan penelitian serta merancang solusi dari permasalahan (Santoso, 2019). Hal tersebut sejalan dengan penilaian berorientasi NGSS bahwa siswa tidak hanya dinilai pemahamannya secara terpisah dengan kemampuan praktek sains dan teknik tetapi dapat menggunakan pemahaman untuk menganalisis fenomena yang terjadi di sekitar sehingga dapat memecahkan masalah (NGSS, 2013). Oleh karena itu penelitian mengenai pengembangan tes berorientasi pembelajaran tiga dimensi perlu dilakukan.

Pengembangan tes yang dikembangkan salah satunya adalah tes berorientasi pembelajaran tiga dimensi. Tes berorientasi pembelajaran tiga dimensi dikembangkan atas dasar dari penelitian yang dilakukan sebelumnya. Penelitian dimulai oleh Laverty, dkk. (2015) mengidentifikasi kerangka kerja dan merancang kriteria untuk setiap praktik saintifik, konsep lintas bidang ilmu, dan gagasan inti disiplin ilmu dalam menyusun item tes. Selanjutnya Laverty, dkk. (2016) mengembangkan kriteria tersebut menjadi *Three-Dimensional Learning Assessment Protocol (3D-LAP)* yang dirancang untuk mendeskripsikan dan mendukung pengembangan asesmen serta menganalisis validitas dan reliabilitas.

Cooper (2017) juga melakukan penelitian mengenai *Crosscutting concepts* (CCC) sebagai alat yang dapat mendukung pemahaman tentang fenomena kimia dalam konteks *three-dimensional learning*. Selain itu penerapan 3D-LAP dilakukan untuk mengevaluasi tingkat perubahan penilaian yang didukung dengan transformasi kurikulum di semua tingkat pendidikan dan mata pelajaran (Matz dkk.,2018). Maka penelitian untuk mengembangkan tes berorientasi pembelajaran tiga dimensi perlu dikembangkan lebih lanjut yaitu dengan bantuan simulasi yang dapat membantu siswa dalam menjawab pertanyaan dan juga dapat memudahkan pada situasi pembelajaran jarak jauh.

Hasil studi pendahuluan pada siswa dan guru SMA di Kabupaten Purwakarta menunjukkan bahwa 74% guru belum mengetahui pembelajaran tiga dimensi sehingga tes yang diberikan berfokus pada kemampuan kognitif saja. Selain itu diperoleh hasil 50% tes melibatkan siswa dalam praktik saintifik, 45,8% tes membantu siswa menerapkan konsep lintas bidang ilmu dan 66,7% tes membantu siswa memahami gagasan inti disiplin ilmu. Tes yang diberikan guru belum membantu siswa mendapatkan ilmu yang koheren karena masih sedikit yang melibatkan praktik saintifik, menggunakan konsep lintas bidang ilmu meskipun siswa sudah memahami gagasan inti dari satu bidang ilmu. Terdapat fakta lain dari studi pendahuluan bahwa 58,3 % pertanyaan yang diberikan kepada siswa pada tes terbatas pada kemampuan siswa dalam memprediksi dari satu fenomena saja belum sampai pada memilih atau membuat representasi yang menunjukkan serta menentukan penalaran dari suatu konsep yang menunjukkan 35% sehingga siswa belum bisa menghubungkan dengan representasi atau prediksi terkait fenomena. Padahal tujuan pendidikan sains yaitu mempersiapkan siswa dalam mengembangkan pemikiran ilmiah, penalaran, dan keterampilan memecahkan masalah (Lee, Quinn, & Valdés, 2013). Pertanyaan yang diberikan kepada siswa belum didukung dengan simulasi padahal penilaian berbasis simulasi mampu menjelaskan fenomena dan memprediksi serta berpengaruh positif dalam meningkatkan pengembangan konseptual ide ilmiah siswa (Park, 2019).

Pembelajaran berbasis simulasi memotivasi siswa untuk terlibat aktif pada proses pembelajaran yang kemudian mendorong Smetana dan Bell (2012) melakukan penelitian tentang efektivitas simulasi komputer dan hasilnya

pembelajaran sains berbasis simulasi komputer dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada pembelajaran tradisional. Sehingga membantu fenomena yang sulit diamati untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang ide-ide ilmiah (Kozhevnikov, Motes & Hegarty, 2007). Hal tersebut diperkuat dengan penelitian bahwa pembelajaran berbasis inkuiri menggunakan simulasi komputer untuk penilaian formatif dapat mendukung pembelajaran IPA menjadi bermakna melalui proses perubahan konseptual (Srisawasdi dan Kroothkeaw, 2014; Srisawasdi dan Panjaburee, 2015) dan membangun penjelasan ilmiah dari fenomena alam sebagai tujuan penting dalam pendidikan sains (Nawani, Von Kotzebue, Spangler, & Neuhaus, 2019). Akan tetapi pengembangan berbasis simulasi tidak hanya dilakukan pada proses pembelajaran tetapi pada pengembangan penilaian yang efektif mengetahui pemahaman siswa (Quellmalz dkk.,2012) serta dapat menafsirkan hubungan antar variabel dalam persamaan (Park, 2020). Beberapa penelitian di Indonesia telah mengembangkan perangkat pembelajaran berbantuan *PhET Interactive Simulations* (Perdana, Siswoyo & Sunaryo, 2017; Intandari, Astutik & Maryani, 2018). Salah satunya pengembangan E-modul berbantuan PhET menghasilkan produk dalam bentuk e-modul berbasis *discovery learning* layak pada materi pelajaran gas kinetik bagi siswa dengan kategori yang layak (Susanti, Taqwa & Sulus, 2020). Selain itu pengembangan LKPD berbasis Inquiry menggunakan simulasi Phet valid dengan tanggapan siswa yang baik dan efektif meningkatkan penguasaan konsep gelombang cahaya (Yulia, Connie & Eko Risdianto, 2018).

Teknologi di era sekarang terus berkembang semakin modern. Teknologi erat hubungannya dengan sains. Sehingga materi gelombang cahaya maupun bunyi banyak diaplikasikan dalam teknologi (Ruswana, Hidayat & Sasmita, 2020). Cahaya merupakan konsep dasar dalam sains dalam pembelajaran fisika yang bermakna (Uzun, Alev & Karal, 2013). Oleh karena itu banyak penelitian yang dilakukan untuk menentukan dan menghilangkan kesalahpahaman siswa terkait cahaya dan penglihatan pada siswa sekolah menengah (Chansung & Bal, 2000; Yildiz, 2000; Koray & Bal, 2002; Sen, 2003; Çınar, 2003; Yesilyurt, Bayraktar, Kan, & Orak, 2005; Sahin, Ipek, & Ayas, 2008). Salah satunya penelitian untuk mengetahui pemahaman tentang cahaya dan konsep yang terkait di berbagai tingkat

pendidikan menunjukkan sebagian besar siswa tidak mampu menjelaskan fenomena terkait cahaya dalam bahasa ilmiah, meskipun mereka memiliki pengetahuan tentangnya (Uzun, Alev & Karal, 2013). Oleh karena itu tes berorientasi pembelajaran tiga dimensi pada materi cahaya perlu dikembangkan.

Berdasarkan uraian tersebut penelitian berjudul **“Pengembangan Tes Materi Gelombang Cahaya Berbasis Simulasi dan Kerangka Pembelajaran Tiga Dimensi”** ini diharapkan dapat menghasilkan pengembangan tes berbasis simulasi dengan kerangka kerja pembelajaran tiga dimensi pada materi gelombang cahaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan dalam penelitian ini berfokus pada “Bagaimana pengembangan tes materi gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi?” Berdasarkan rumusan masalah tersebut, beberapa pertanyaan penelitian dapat dikembangkan sebagai berikut.

- 1) Bagaimana desain pengembangan tes materi gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi?
- 2) Bagaimana validitas dan reliabilitas tes materi gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi?
- 3) Bagaimana keterbacaan tes materi gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi?
- 4) Bagaimana karakteristik tes materi gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan tes gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi untuk tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi semua pihak yang berkaitan dengan pendidikan, terutama bagi guru dan siswa yang terlibat

langsung dalam proses pembelajaran di kelas. Manfaat dalam penelitian diantaranya sebagai berikut:

1) Segi Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya hasil-hasil penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya serta dapat digunakan oleh berbagai pihak seperti guru, dan peneliti lainnya terkait dengan pembelajaran fisika sebagai asesmen alternatif untuk memperbaiki proses pembelajaran.

2) Segi Praktik

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi tentang instrumen tes khususnya yang berorientasi pembelajaran tiga dimensi sehingga dapat dijadikan panduan dalam mengembangkan instrumen tes.

### 1.5 Definisi Operasional

Tes pada topik gelombang cahaya berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi merupakan instrumen untuk mengukur kemampuan kognitif siswa dalam bentuk soal pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban yang dilengkapi simulasi pada setiap soal untuk menyelesaikan pertanyaan. Karakteristik pengembangan tes mengacu pada kriteria *Three-Dimensional Learning Assessment Protocol* (3D-LAP). 3D-LAP terdiri dari kumpulan kriteria yang dikembangkan untuk setiap dimensi, kriteria tersebut terdiri dari pertanyaan berisi peristiwa, pengamatan, atau fenomena sehingga siswa dapat membuat prediksi; pertanyaan berisi representasi atau siswa memilih representasi; pertanyaan meminta siswa untuk memilih penjelasan atau prediksi tentang peristiwa, observasi, atau fenomena berdasarkan representasi; pertanyaan meminta siswa untuk memilih penalaran yang menghubungkan representasi atau prediksi mereka. Tes yang dikembangkan berdasarkan kerangka pembelajaran tiga dimensi yaitu dimensi praktik saintifik (*scientific practices*), konsep lintas bidang (*crosscutting concepts*), gagasan inti disiplin ilmu (*disciplinary core ideas*). Pada penelitian ini gagasan inti disiplin ilmu (*disciplinary core ideas*) yaitu ilmu fisika yang tercantum dalam PS4: Gelombang dan aplikasinya dalam teknologi untuk transfer informasi. Metode penelitian yang digunakan yaitu *mixed method* dengan *sequential design* yang digunakan adalah *exploratory design: instrument development model*. Desain tersebut merupakan desain penelitian untuk mengembangkan instrumen dengan penelitian kualitatif

yang disertai dengan penelitian kuantitatif. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar kuesioner pembelajaran tiga dimensi dan lembar wawancara terstruktur untuk data kualitatif kemudian dianalisis menggunakan triangulasi sumber data untuk menghasilkan desain instrumen tes berbasis simulasi dan kerangka pembelajaran tiga dimensi, sedangkan pada tahap penelitian kuantitatif didapatkan data dari lembar validasi logis, lembar keterbacaan siswa dan instrumen tes yang dikembangkan. Sedangkan instrumen kuantitatif dianalisis dengan *Many Facet Rasch Model (MFRM)* sebagai pengembangan Rasch Model dengan menggunakan *software Minifac* untuk menganalisis validitas, reliabilitas, keterbacaan dan karakteristik instrumen tes. Karakteristik instrumen tes terdiri dari unidimensionalitas untuk mengukur kemampuan instrumen dengan melihat nilai *variance explained by Rasch measure*. *Outfit MnSq*, *ZStd* dan *PT-Measure Correlation* merupakan nilai yang dapat digunakan untuk validitas instrumen tes sedangkan nilai reliabilitas ditunjukkan dengan nilai *item reliability*. Nilai *Point Measure Correlation (PT-Measure corr)* menunjukkan besarnya daya pembeda untuk membedakan siswa berkemampuan tinggi dan siswa berkemampuan rendah. Tingkat kesukaran dapat dilihat dari nilai *item measure* untuk menyatakan seberapa sukar atau mudahnya suatu butir soal. Ketika butir soal lebih memihak pada salah satu individu dengan karakteristik tertentu misalnya gender dapat dianalisis dengan melihat nilai logit probabilitas yang dinamakan deteksi bias.

## 1.6 Struktur Organisasi Tesis

Struktur organisasi dalam penelitian ini mengacu pada Peraturan Rektor Universitas Indonesia Nomor 7867/UN40/HK/2019 Tentang Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UPI Tahun 2019. Struktur yang dimaksud terdiri dari lima bab sebagai berikut: BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional dan struktur organisasi tesis. BAB II Kajian Pustaka, mencakup tinjauan kerangka pembelajaran tiga dimensi (*three-dimensional learning*), hakikat dan pengembangan tes pembelajaran tiga dimensi, pengembangan tes berbasis simulasi pada pembelajaran tiga dimensi, analisis *three-dimensional learning* pada materi gelombang cahaya, penelitian-penelitian relevan dan kerangka pikir penelitian. BAB III Metode Penelitian, berisi hal-hal yang menjelaskan metodologi pelaksanaan penelitian ini, mencakup desain

penelitian, prosedur penelitian, partisipan penelitian, instrumen penelitian, hingga analisis data hasil penelitian. BAB IV Temuan dan Pembahasan, membahas segala hal yang ditemukan dari setiap tahapan penelitian, baik itu tahapan pelaksanaannya, proses pengembangan produknya, hingga pemaparan hasil analisis data yang ditemukan dalam penelitian ini. Bagian ini ditulis berdasarkan tahapan penelitian yang sebelumnya diuraikan di BAB III dan berorientasi untuk menjawab pertanyaan penelitian di BAB I. BAB V Simpulan, Implikasi dan Rekomendasi, berisi simpulan akhir untuk setiap pertanyaan penelitian dari tesis ini, implikasi dari penelitian ini, dan rekomendasi-rekomendasi untuk penelitian lanjutan.