

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat Pendidikan Fisika

Fisika sebagai sebuah pembelajaran diajarkan di sekolah dalam ranah ilmu pengetahuan alam (IPA). Fisika merupakan sebuah produk yang memiliki banyak pengetahuan termasuk hukum-hukum, postulat, prinsip, fakta, konsep, teori dan persamaan matematis (Mason & Singh, 2016); (Mundilarto, 2010: 4). Fisika sebagai proses mencakup kegiatan penelitian yang melibatkan kemampuan observasi, pengukuran, merumuskan hipotesis dan memanipulasi variabel (Mundilarto, 2002; 13). Proses Fisika harus dilandasi sikap ilmiah seperti jujur, objektif, terbuka dan disiplin. Fisika merupakan pembelajaran di sekolah yang harus dilandasi sikap ilmiah agar prosesnya dapat menghasilkan produk yang sesuai.

Seiring berkembangnya kurikulum, pembelajaran Fisika di sekolah mengharuskan peserta didik ikut serta menemukan konsep melalui kegiatan percobaan. Peserta didik dituntut mengamati, menyelidiki dan melakukan analisis terhadap percobaan dan kejadian sehari-hari (Sugiyarti, Sunarno, dan Aminah; 2015). Peserta didik juga diharapkan menguasai kemampuan penyelesaian masalah berpikir kritis, logis, analitis, kreatif, serta memiliki kemampuan untuk bertindak mandiri, berkomunikasi, dan memiliki jiwa bertanggung jawab (Wagensberg, 2014). Selain mendengarkan materi,

peserta didik diharapkan mampu melakukan penelitian dan menguasai kemampuan yang berguna untuk menyelesaikan masalah.

Upaya agar terwujud pembelajaran yang lebih baik adalah dengan mengintensifkan kemampuan pemecahan masalah fisika (Sambada, 2012). Beberapa upaya dari pendidik untuk melatih kemampuan ini adalah dengan variasi metode pembelajaran dan penelitian terkini (Parmono, Sunarno, & Suparni, 2012). Bentuk pemberian masalah dilakukan pendidik dengan memberikan penilaian. Johnson (2002) menyatakan bahwa pemberian tes selain untuk menilai performa peserta didik, juga untuk meningkatkan pembelajaran dan untuk memandu jalannya pembelajaran. Kebutuhan pendidik untuk mewujudkan pembelajaran yang lebih baik adalah dengan variasi pembelajaran, penelitian, dan pemberian tes.

Istiyono (2014) menyatakan bahwa kebanyakan penilaian fisika di SMA menggunakan bentuk pilihan ganda menggunakan kertas, dan itupun sebatas mengukur kemampuan mengingat, memahami dan menerapkan. Hal Untuk pengukuran berpikir yang dituntut kurikulum seperti kemampuan berpikir kreatif, kritis dan kemampuan lain pun sulit, hal ini disebabkan kurangnya pengembangan tes mengukur kemampuan terkini seperti pengukuran kemampuan kreatif Torrance. Penilaian yang ada di SMA masih belum sesuai untuk menunjang kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kreatif, padahal kemampuan tersebut menjadi tujuan kurikulum di Indonesia.

Pendidikan fisika pada hakikatnya tidak hanya mengajarkan aspek kognitif, namun juga aspek afektif dan psikomotorik. Di kelas pembelajaran fisika dirancang untuk melatih sikap ilmiah seperti jujur, objektif serta bertanggung jawab. Pembelajaran juga mengajarkan peserta didik dalam menyelesaikan masalah fisis dalam tes dan menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari dengan kemampuan berpikir kritis, logis, analitis, kreatif serta mandiri. Perancangan tes di sekolah sering kali tidak dirancang untuk mengeluarkan potensi kemampuan kritis, logis, analitis dan kreatif serta mandiri, melainkan sebatas untuk mengeluarkan kemampuan seperti menghafal, memahami dan menerapkan. Hal tersebut menjadi permasalahan yang harus dicari solusinya.

2. Penilaian dan Evaluasi Pembelajaran

Penilaian ialah upaya yang dilakukan untuk mengumpulkan data terhadap suatu individu, sedangkan pengukuran merupakan pengamatan terhadap performa maupun hasil prestasi peserta didik yang dilakukan dengan prosedur tertentu (Santyasa, 2014),(Mardapi, 2012: 12). Kegiatan evaluasi merupakan sebuah *judgment* terhadap implikasi atau nilai yang didapat dari sebuah pengukuran, sebuah evaluasi terjadi setiap hari tidak hanya di sekolah, namun di sekolah kegiatan evaluasi pasti melibatkan penilaian dari sebuah pengukuran (Alkin, 2011). Proses penilaian dan pengukuran akan menghasilkan sebuah informasi yang digunakan untuk proses evaluasi.

Evaluasi merupakan kompetensi penting yang harus dilakukan dalam mengelola proses pembelajaran (Arifin, 2012: 3). Dasar dilakukannya

evaluasi adalah keinginan untuk mengetahui harga, nilai, ataupun mutu sebuah kegiatan (Winkel, 2004). Evaluasi tidak hanya memperoleh hasil penilaian, akan tetapi memberi respon kebijakan terhadap hasil penilaian tersebut (Asrul, Ananda, & Rosnita, 2014). Evaluasi dalam pembelajaran diperlukan untuk mengetahui nilai sebuah kegiatan, yang mana dari informasi tersebut pendidik ataupun sekolah dapat memberi keputusan terhadap kebijakan, yang mana hal ini merupakan aspek vital dalam mengelola pembelajaran di sekolah.

Pendidikan era sekarang memiliki pedoman atau kecenderungan lebih kepada *student centered learning*, hal ini mengharuskan pendidik lebih mengutamakan untuk mendukung kebutuhan, kemauan peserta didik. Guru tidak lagi berperan sebagai sumber pengetahuan, melainkan sebagai fasilitas, salah satunya adalah dengan membuat penilaian terkait apa yang mereka lakukan (Murshidi, 2014). Demi mempermudah kinerja guru, pemerintah menyediakan lembar kerja penilaian untuk bermacam aspek salah satunya format penilaian karakter yang mengukur kompetensi inti, kompetensi dasar, jenis karakter, jenis pendidikan, aspek yang dilihat, dan contoh soal. (m, 2014). Penyelenggaraan penilaian merupakan tugas vital pendidik di era *student centered learning*, bahkan demi mempermudah penilaian pemerintah mengupayakan untuk membantu pendidik.

3. Penilaian Berbentuk Tes

Salah satu bentuk penilaian adalah dengan tes. Penilaian berbentuk Tes merupakan instrumen formal yang digunakan untuk mengumpulkan

informasi dan berbentuk pertanyaan, statemen, atau tugas dan diatur pemberiannya untuk peserta didik. Respon yang diberikan terhadap suatu pertanyaan menggambarkan kemampuan dari peserta didik (Sukiman, 2012).

Dalam melakukan tes, bentuk tes dibedakan menjadi tes obyektif, yakni tes benar salah, mencocokkan jawaban, dan pilihan ganda, sedangkan tes subyektif adalah tes bentuk uraian bebas, jawaban singkat, uraian terstruktur, dan isian. (Hamzah, 2014). Informasi peserta didik dapat dikumpulkan melalui pengadaan tes.

Bentuk tes objektif maupun subjektif memiliki keunggulan dan kekurangan. Tes objektif adalah tes yang memiliki jawaban yang sudah pasti, bentuk tesnya adalah pilihan ganda, soal menjodohkan, ataupun benar salah, bentuk tes ini memiliki jawaban yang sudah disediakan. Pemeriksaan tes ini dilakukan secara objektif dengan rubrik penilaian yang sudah pasti. Berbeda dengan tes objektif, tes subjektif meminta peserta tes untuk mengisi jawaban tesnya sendiri. Bentuk tes ini biasanya berbentuk uraian, ataupun esai. Tes subjektif juga memiliki rubrik, namun dalam memahami rubrik terkadang antar korektor berbeda pemahaman, hal ini yang menyebabkan tes subjektif rawan dalam perbedaan penilaian.

Ada berbagai macam jenis tes jika ditinjau dari tujuan pendidikan seperti tes diagnostik, tes penempatan, tes sumatif dan tes formatif (Mardapi, 2008: 72). Tes diagnostik dan penempatan biasanya digunakan kampus atau perusahaan, sementara tes sumatif dan formatif dilakukan di sekolah. Tes sumatif merupakan tes yang menunjukkan keputusan penilaian yang

dilakukan diakhir pembelajaran, sedangkan digunakan di tengah pembelajaran. Tes formatif digunakan dengan 1 atau 2 bab materi pembelajaran, sementara tes sumatif lebih dari 2 bab materi (Arifin, 2012: 8), Masing-masing jenis tes memiliki kebutuhan dan fungsi yang berbeda. tes formatif berfungsi untuk mengevaluasi di tengah pembelajaran, sedangkan tes sumatif untuk mengevaluasi keseluruhan pembelajaran dan menyiapkan angkatan selanjutnya.

Penilaian berbentuk sumatif dengan skala besar seperti ujian nasional, tes TOEFL, atau ujian masuk perguruan tinggi sangat jarang yang menyediakan bentuk tes subjektif, umumnya menggunakan tes objektif. Bentuk tes objektif pilihan ganda memiliki banyak keunggulan. Tes model ini selain mampu untuk mengukur beberapa aspek peserta didik juga mengurangi bias penilaian. Meskipun begitu ada beberapa kelemahan seperti lama dalam mengkonstruksi tes, dan memberi peluang peserta didik untuk menerka jawaban. Tes dengan skala besar dan mengandung banyak materi lebih efektif diujikan dengan model pilihan ganda.

Kusuma (2016) mengungkapkan bahwa konstruksi pilihan ganda perlu memperhatikan beberapa hal seperti (a).pokok persoalan sebaiknya mengandung masalah yang berbentuk kalimat tanya, (b) Memiliki pilihan jawaban lebih dari 2, (c). Mengkonstruksi pilihan biasanya digunakan pilihan yang dapat menjebak, (d). Jawaban benar diatur dalam posisi acak tidak membentuk sebuah pola, (e) menghilangkan kalimat ambigu, dan (f) hindari memberi petunjuk yang mengarah ke jawaban. Dalam mengkonstruksi

pilihan ganda banyak kaidah yang harus dipenuhi, hal ini ditujukan agar konstruksi pilihan ganda sesuai dengan standar dan berkualitas.

Syarat penyusunan tes adalah memperhatikan tingkat validitas dan reliabilitas. Tes yang tidak valid dan tidak reliabel akan mempengaruhi informasi yang diperoleh dari peserta didik. Validitas menunjukkan kebenaran atau kesesuaian informasi dengan tujuan pengukuran. Proses untuk mendapatkan validitas tes memiliki banyak tahapan bergantung tes yang dikembangkan (Sudjono, 2011). Reliabilitas menunjukkan level konsistensi dari tes. Misalkan A dan B mengerjakan tes yang sama, hasilnya akan sesuai tidak dipengaruhi waktu. Jika dalam tes pertama memperoleh nilai tinggi, maka pada tes kedua juga tinggi, untuk itu digunakan sebuah koefisien yang disebut koefisien reliabilitas (Suparno, 2010; 69). Proses penyusunan tes sehingga valid dan reliabel memerlukan upaya, hal ini yang terkadang ditinggalkan oleh guru dan memilih untuk mengabaikan validitas dan reliabilitas, dampaknya adalah informasi yang diperoleh guru tersebut.

4. Tes *two-tier multiple choice* (TTMC)

Brookhart (2010: 33), dan Istiyono (2014) menyatakan bahwa untuk menilai kemampuan khusus seperti kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kreatif dan kritis tidak bisa dilakukan dengan model tes pilihan ganda biasa, harus dilakukan modifikasi pilihan ganda. Hal ini disebabkan model pilihan ganda biasa memicu peserta didik untuk memilih jawaban mana yang sekiranya tidak salah atau yang mendekati kebenaran. Bentuk pilihan ganda sebaiknya dimodifikasi, salah satu upaya modifikasi adalah dengan

memberikan opsi alasan, hal ini disebut pilihan ganda beralasan yang dikenal sebagai *reasoning multiple choice atau two-tier multiple choice* (TTMC). Penilaian TTMC merupakan langkah untuk menilai kemampuan berpikir tingkat tinggi.

TTMC merupakan pengembangan bentuk pilihan ganda, yakni memiliki 2 tingkat pilihan. Pilihan pada TTMC yang pertama adalah pilihan jawaban, sedangkan tingkat kedua adalah alasan yang mendorong kepada kemampuan berpikir tingkat tinggi (Adodo, 2013). Tes TTMC dirancang dengan penilaian berbeda dibandingkan pilihan ganda biasa. Salah satu perbedaannya adalah pemberian nilai. Tes TTMC merupakan tes pengembangan pilihan ganda, pengembangan tes ini selain mengurangi faktor menebak, juga memperhatikan capaian nilai peserta didik sesuai jawaban yang dikerjakan.

5. Karakteristik Butir Tes

Butir tes yang dikembangkan dalam sebuah tes memiliki karakteristik. Diperlukan analisis untuk mengetahui apakah butir yang dihasilkan termasuk butir yang berkualitas atau tidak (Santoso, 2018). Ada dua teori yang digunakan untuk menganalisis butir soal, yakni teori tes klasik (TTK) dan teori respon butir (TRB). Kedua analisis ini mampu memprediksi keluaran tes dengan mengidentifikasi parameter tingkat kesukaran butir dan kemampuan peserta tes (Magno, 2009). Analisis butir tes merupakan tahapan untuk mengetahui kualitas dan karakteristik butir tes bergantung teori yang digunakan untuk menganalisis.

Teori tes klasik merupakan teori yang fokus melihat hasil nilai tes. Dikembangkan oleh Spearman pada tahun 1904, teori ini masih digunakan hingga abad 21 (Salkind, 2007). Pada TTK, penilaian berfokus kepada tingkat kesulitan tes, sementara pada TRB fokusnya adalah tingkat kesulitan butir. TRB dirancang mampu mengatasi kelemahan TTK dengan asumsi analisis traits, latent traits atau kemampuan, serta hubungan kinerja suatu butir dengan kemampuan yang mendasari (*item characteristic curve - ICC*) (Ridho, 2007). Pemilihan TRB sebagai teori untuk menganalisis butir disebabkan memiliki banyak asumsi analisis untuk menutupi kekurangan TTK.

6. Penggunaan Komputer dalam Pembelajaran

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kini sudah memberi dampak kepada dunia pendidikan. Bentuknya adalah penggunaan komputer sebagai media untuk membantu menyelenggarakan proses pembelajaran baik itu pengajaran maupun penilaian. Dalam proses pembelajaran sangat banyak penelitian yang menggunakan komputer seperti pembuatan modul online, pembuatan simulasi seperti PHeT dan Sistem sekolah online. Sementara untuk penilaian, penggunaan komputer dirancang untuk menggantikan peran kertas dalam penilaian (Khoshima, Hosseini, Morteza & Toroujeni, 2017). Penggunaan komputer harus mulai diberi perhatian dalam pendidikan di Indonesia.

Penggunaan teknologi komputer tidak hanya dirasakan oleh guru saja, namun peserta juga diberi harakan untuk familiar terhadap penggunaan komputer. Hal ini dipicu kecenderungan pendidikan yang menjadikan peserta

didik harus aktif mencari informasi. Dengan menggunakan komputer digabungkan dengan teknologi seperti internet, maka peserta didik dapat mencari informasi yang mereka butuhkan terkait proses pembelajaran. Selain itu penelitian, presentas, komunikasi, kolaborasi, penyelesaian masalah, tantangan dan kreativitas dapat dipengaruhi oleh penggunaan komputer (Hamiti, Mentor, & Reka 2015). Hendaknya peserta didik diarahkan kepada penggunaan komputer yang benar agar tidak gugup dalam memanfaatkannya.

Penelitian penggunaan komputer dimulai pada awal tahun 1970, komputer telah berkembang menjadi sebuah media inovasi pemberian tes, dan dapat diberlakukan untuk banyak jenis tes (Hosseini & Toroujeni, 2017). Penilaian dengan komputer disebut juga *Computer Based Test* (CBT). Media ini efektif untuk membantu proses penilaian guru. Hal ini disebabkan pengadaan CBT mampu mengetes tujuan pembelajaran untuk jumlah yang besar dan dengan waktu yang singkat. Tes ini biasanya berbentuk butir responsif yang berbentuk pilihan ganda, benar-salah, soal menjodohkan. Meskipun demikian, dengan menggunakan bantuan software seperti testmaster, soal essai dapat juga diujikan (Noubandegani & Tehran, 2012). Secara fungsional, CBT dapat digunakan untuk meringankan kinerja guru dalam melaksanakan penilaian.

Tes dengan menggunakan komputer memiliki banyak keunggulan, (Ghaderi, Mogholi, & Soori, 2014) menyatakan beberapa keunggulan penggunaan komputer adalah: (1) lebih aman karena tes bisa diset acak untuk setiap komputer, (2) dapat digunakan untuk mengetes aspek personal peserta

didik, (3) Kondisi tes untuk peserta didik adalah sama, berbeda dengan pemakaian kertas yang mungkin ada kendala di percetakan. Dalam perkembangannya, tes ini telah digunakan oleh lembaga penilaian terkenal seperti PISA, PIAAC, dan NEPS untuk menguji dalam skala besar (Buerger, Kroehne, & Goldhammer, 2016). Keunggulan yang dimiliki komputer dibandingkan kertas telah dimanfaatkan hingga skala internasional, sehingga layak untuk diuji coba demi memperbaiki penilaian.

Pemilihan komputer sebagai media penilaian dapat dikombinasikan dengan penggunaan internet untuk mewujudkan tes yang bersifat online. Hal ini layak untuk diupayakan karena tes yang berbasis online memiliki beberapa keuntungan (Retnawati, 2015), diantaranya (1) presentasi gambar ataupun menu dalam tes bersifat dinamis (2) Peserta tes yang menggunakan sistem online dapat mengerjakan soal dengan tempat yang berbeda, (3) lingkungan tes tidak terpengaruh oleh waktu yang berbeda, (4) penilaian online untuk hasil yang lebih cepat, dan (5) lebih akurat dikarenakan melibatkan bantuan komputer. Perkembangan tes komputer yang dipadukan dengan online memiliki banyak keunggulan dan layak untuk dikembangkan.

7. Computerized Adaptive Test (CAT)

Tes yang soalnya mampu berubah (tes adaptif) pertama kali diteliti oleh Alfred Binet pada awal abad 20 untuk meneliti kecerdasan anak (Mulberger, 2017). Pada saat itu strategi yang dilakukan Binet memiliki beberapa karakteristik diantaranya : (1) Menggunakan entri variabel dengan menggunakan sebuah set butir dengan sebuah butir sebagai soal awal, (2) Tes

langsung diberi skor ketika selesai dikerjakan untuk menentukan butir selanjutnya, (3) tes memiliki kriteria untuk menyelesaikan tes, hal ini membuat individu satu dengan lainnya mungkin menyelesaikan tes secara berbeda (Weiss, 2014). Karakteristik tes Biner yang adaptif ini dapat dikembangkan dengan menggunakan komputer.

CAT (*Computerized Adaptive Test*) adalah pengembangan tes Binet dengan komputer. Penggunaan CAT dikarenakan kemampuan dapat diperkirakan setelah setiap butir terjawab. Butir soal yang selanjutnya dikerjakan akan berbeda, tingkat kesulitan butir akan berubah setelah menjawab pertanyaan (Finkelman, Kim, Weissman, & Cook, 2014). Tes yang digunakan termasuk tes kognitif, tes ini memberikan informasi yang valid tentang apa yang bisa peserta tes lakukan. Hal ini dapat membuat peserta didik termotivasi untuk menunjukkan kemampuan mereka secara maksimal. Wise (2014) menyatakan "kecuali seseorang termotivasi dalam mengerjakan tes, maka hasil yang mereka peroleh tidak akan maksimal". CAT diasumsikan dapat memotivasi peserta didik untuk mengeluarkan kemampuan mereka, sehingga dapat mengoptimalkan penilaian.

Secara standar, sebuah tes CAT memerlukan model teori respon butir (TRB) yang dirumuskan dalam algoritma pemrograman (Thompson & Weiss; 2011;1), (Magis, Yan & Davier, 2017). Setiap soal yang dia konstruksi dapat berisi informasi mengenai aspek kognitif peserta didik (Kamaruddin & Haryanto, 2014). Pemilihan TRB dibandingkan teori tes klasik dikarenakan TRB mampu mengatasi kelemahan teori tes klasik yang bergantung kepada

tingkat kesukaran tes dengan cara memfokuskan informasi pada tingkat kesukaran butir. Penggunaan TRB sebagai model butir disebabkan butir harus beradaptasi terhadap kemampuan peserta didik, sehingga diperlukan tes yang bergantung kepada karakteristik butir, bukan karakteristik tes.

CAT merupakan tes dengan tahapan bertingkat dan memerlukan butir dan algoritma khusus untuk memenuhi tahapan tersebut (Yan & Lewis, 2016; 285). Setiap butir soal tidak langsung dapat dimasukkan, melainkan harus melalui kalibrasi dengan uji terbatas menggunakan kertas untuk memperoleh tingkat kesulitan. Kalibrasi ini akan memperoleh informasi parameter butir dan estimasi attribut butir (Zheng, 2016), (Huang, 2018). Tahapan penyelenggaraan CAT membutuhkan kalibrasi tingkat kesulitan butir soal, sehingga pembuatan dan penyelenggaraan tes harus diberi perhatian khusus.

CAT membutuhkan 6 komponen utama, untuk CAT yang akan dikembangkan memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) menggunakan model IRT dengan Rasch 1PL, (2) Bank soal yang besar, digunakan 170 soal, (3) Soal pilihan majemuk beralasan, (4) Soal yang dikerjakan bergantung jawaban sebelumnya, menjadi lebih sulit jika benar dan lebih mudah jika salah, (5) penskoran menggunakan partial credit model (PCM) dengan skala politomi (6) syarat pemberhentian jika waktu habis atau estimasi kemampuan sudah dapat diketahui. Butir dan algoritma CAT disesuaikan berdasar karakteristik yang dikembangkan, diantaranya algoritma menyesuaikan PCM untuk mengetahui hasil tes, butir dibuat adaptif dan menggunakan IRT pilihan majemuk beralasan untuk model soal.

Dilihat dari penjangnya proses, dapat dilihat bahwa pengembangan CAT adalah pengembangan media yang membutuhkan perhatian yang sangat serius karena kompleksitasnya. Pengembangan CAT sebagai media tes memiliki beberapa keunggulan seperti (1) Efisien dan lebih akurat mengukur kemampuan peserta didik, (2) Soal yang dikerjakan menyesuaikan kemampuan, (3) Penilaian lebih aman dibandingkan penilaian secara manual, (4) Tes dapat dikembangkan dengan tes lain. Banyaknya keunggulan CAT membuat CAT layak untuk dikembangkan.

Meski memiliki banyak keunggulan, namun media penilaian CAT juga memiliki kelemahan seperti (1) tes dengan komputer dapat menimbulkan grogi bagi peserta didik yang kurang familiar dengan komputer, (2) Tidak bisa mengerjakan soal sebelumnya, dan tidak akan mengerjakan soal yang terlewati, (3) Penyusunan soal dengan kalibrasi kemampuan agar tidak menimbulkan bias, (4) Bank soal sangat besar agar tidak cepat berhenti, (5) Pembuatannya memakan waktu lama (Ling, Attali, Finn, & Stone, 2017). Kelemahan dalam CAT tidak menghapus keunggulannya, sehingga dapat tetap diselenggarakan.

8. Kemampuan Berpikir Kreatif

Kemampuan berpikir kreatif merupakan kompetensi kognitif yang memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Soland, Hamilton, & Stecher, 2013). Beriringan dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi lainnya, kemampuan berpikir kreatif berada dalam jajaran kualitas pencapaian manusia yang sangat bernilai dalam proses pembelajaran dan pengajaran

(Karwowski, 2015). Kemampuan berpikir kreatif sangat penting dalam beberapa subjek akademis seperti matematika, teknik, ilmu alam, teknologi dan seni (Mohamad & Hilal, 2013). Keluwesan berpikir kreatif dalam pendidikan dikarenakan kemampuan ini memiliki peran penting untuk menyelesaikan permasalahan (Ritter & Mostert, 2017). Kemampuan berpikir kreatif ditengarai sebagai kemampuan yang berkualitas dalam menyelesaikan permasalahan materi pembelajaran.

Bertindak kreatif memerlukan dorongan dari dalam diri. Selain itu, seseorang perlu mendalami informasi mengenai subyek yang dia pelajari agar dapat mengolah nya menjadi informasi baru (Piirto, 2011: 1). Penelitian mengatakan ada beberapa tujuan instruksional kemampuan berpikir kreatif, yakni: (1) Selalu memiliki keterbukaan pemikiran, (2) Tidak menyalahkan sesuatu yang ambigu, (3) Proses iterasi yang menyediakan tahapan inkubasi ide, (4) memberi hadiah untuk penyelesaian masalah yang kreatif, (5) Memberi contoh, (6) Tidak takut untuk memperoleh kegagalan, (7) Tidak takut untuk mengambil resiko, (8) Mencari bermacam-macam jawaban, (9) Memiliki motivasi internal, dan (10) Selalu ingin belajar (Daly, Mosjowski, Oprea, Huang-saad, & Seifer, 2016). Guru harus membuat proses pembelajaran memberikan motivasi bagi peserta didik dan terbuka terhadap tujuan instruksional agar peserta didik terdorong untuk berpikir kreatif.

Berpikir kreatif selain memiliki tujuan instruksional, juga memiliki ciri-ciri. Mitchell, Stueckle, dan Wilkens (1983) dalam Istiyono, Dwandaru, Rahayu (2018) mengembangkan ciri berpikir kreatif Guilford (1970) dan

Torrance (2006) kedalam 14 ciri, yakni (1) mengembangkan humor, (2) kelancaran (fluency), (3) keluwesan (flexibility), (4) originality, (5) elaboration, (6) self-concept, (7) belajar dari kesalahan, (8) melakukan eksperimen dan menguji gagasan, (9) resourcefullness, (10) peka terhadap permasalahan, (11) toleransi terhadap hal ambigu, (12) synetic, (13) synerggi, dan (14) imajinasi. Brookhart (2010: 128) memberi ciri (1) mengenali secara dalam pengetahuan dasar dan mempelajari hal baru, (2) mencari materi dan mengembangkan gagasan, dan (3) membuka gagasan baru. Kemampuan berpikir kreatif memiliki macam karakteristik.

Secara khusus dalam penelitian ini, kemampuan berpikir kreatif disebut kemampuan untuk mensintesis informasi novel untuk menghasilkan keluaran yang bermanfaat dan memproduksi jawaban dengan berpikir secara divergen (Bott, 2014), (Eshun, 2016). Berpikir divergen merupakan proses kognitif yang menghasilkan gagasan sesuatu yang *fluent*, *flexible*, *original*, dan *elaborate* (Tahar, Tej, & Sirkova, 2015). (Ferrandiz, Ferrando, Soto, Sainz & Prieto, 2017). Gagasan *fluent*, *flexible*, *original*, dan *elaborate* merupakan olah produksi jawaban yang dihasilkan dari proses kognitif peserta didik.

Standar operasi berpikir divergen diungkapkan pertama kali oleh Guilford (1967). Dengan berpikir divergen peserta didik dapat menghasilkan ide yang apabila dirangkum dapat dibagi menjadi 4 kriteria, yakni: (a) *Fluency* (Kelancaran) yakni kemampuan untuk memproduksi ide dengan jumlah yang banyak, (2) *Flexibility* (Keluwasan) dapat memproduksi ide dan

jawaban yang variatif serta mampu melihat dari sudut pandang yang berbeda,

(3) *Originality* (Keaslian) yakni untuk memproduksi ide yang berbeda dan (4) *Elaboration* adalah kemampuan untuk memproduksi ide dengan detail yang sangat banyak. (Zeng, 2011). Setiap karakteristik diatas memiliki indikator yang berbeda untuk diukur. Hal itu disesuaikan dengan penelitian oleh Lilawati (2011) yang merumuskan indikator berpikir kreatif dengan indikator dalam pembelajaran fisika.

Rekam jejak dalam mengukur berpikir kreatif dengan kemampuan berpikir divergen dikembangkan oleh Torrance pada tahun 1966, dan berulang kali mengalami perkembangan termasuk mengaplikasikan dengan materi pembelajaran (Alrubaie & Daniel, 2014). Tes ini sudah melalui beberapa generasi dan proses validitas dan reliabilitas. Ide yang dinilai adalah bagaimana peserta didik menyelesaikan permasalahan terkait materi pembelajaran (Lilawati, 2011). Pengembangan tes divergen untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif dapat dilakukan dengan menyesuaikan materi pembelajaran yang ada di sekolah.

Tabel 1. Aspek dan Indikator Berpikir Kreatif

Aspek	Sub Aspek	Indikator	Ranah Kognitif
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	Merumuskan Jawaban	Menjawab pertanyaan dengan sejumlah fakta	C5
	Mengungkapkan Gagasan	Mengungkapkan gagasan dengan lancar	C6
	Mengkritisi Obyek atau Situasi	Melihat kesalahan dari suatu obyek	C5
<i>Flexibility</i> (Keluwasan)	Melakukan Penafsiran	Memberikan sudut pandang	C4
	Mencari Jawaban Alternatif	Memikirkan cara pemecahan masalah	C6
	Mengkategorikan	Menggolongkan hal-hal menurut pembagian (kategori) yang berbeda	C4
<i>Originality</i> (Keaslian)	Merencanakan Hal Baru	Menyelesaikan permasalahan yang baru	C6
<i>Elaboration</i> (Penguraian)	Memecahkan masalah dengan prosedur terperinci	Mencari arti mendalam terhadap pemecahan masalah	C6
	Mengembangkan gagasan	Memperkaya gagasan orang lain	C4
	Menguji	Mencoba membuat hal yang baru	C6

B. Materi Fisika

1. Kompetensi Inti

Merupakan tingkat kemampuan yang dibutuhkan untuk kelulusan peserta didik. Kompetensi inti adalah operasionalisasi SKL secara kualitas. Kompetensi inti peserta didik dibentuk melalui proses pembelajaran. Setiap mata pelajaran harus tunduk terhadap perumusan kompetensi inti. Kompetensi inti bersifat mengikat kompetensi yang harus dihasilkan, ibarat tujuan pembelajaran.

Tabel 2. Kompetensi Inti

KI. 1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
KI. 2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
KI. 3 Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahuanya 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 konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

2. Kompetensi Dasar

Merupakan kemampuan seputar sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang harus dikuasai untuk mencapai kompetensi inti. Kompetensi dasar diajarkan kepada peserta didik melalui pelajaran. Pengembangan kompetensi inti dilakukan dengan memperhatikan karakteristik dan kemampuan peserta didik serta ciri mata pelajaran tersebut.

Tabel 3. Kompetensi Dasar

3. 1 Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari 4.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan titik berat dan keseimbangan benda tegar
3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari 4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya
3.3 Menerapkan hukum-hukum fluida statik dalam kehidupan sehari-hari. 4.3 Merencanakan dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida statis, berikut presentasi hasil dan makna fisisnya.
3.4 Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi 4.4 Membuat dan menguji proyek sederhana yang menerapkan prinsip dinamika fluida dan makna fisisnya
3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas 4.5 Merencanakan dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil dan makna fisisnya

3. Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran meliputi materi fisika yang dijadikan bahan untuk menyusun instrumen tes. Materi ini terdiri dari materi fisika semester gasal untuk kelas XI SMA.

Tabel 4. Materi Pembelajaran

Keseimbangan dan dinamika rotasi:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Momen gaya 2. Momen inersia 3. Keseimbangan benda tegar 4. Titik berat 5. Hukum kekekalan momentum sudut pada gerak rotasi
Elastisitas dan Hukum Hooke:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Elastisitas Zat Padat 2. Hukum Hooke 3. Susunan pegas seri-paralel
Fluida statik:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hukum utama hidrostatis 2. Tekanan Hidrostatis 3. Hukum Pascal 4. Hukum Archimedes 5. Meniskus 6. Gejala kapilaritas 7. Viskositas dan Hukum Stokes
Fluida Dinamik:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fluida ideal 2. Azas kontinuitas 3. Azas Bernoulli 4. Penerapan Azas Kontinuitas dan Bernoulli dalam Kehidupan
Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu dan pemuaian 2. Hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya 3. Azas Black 4. Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi

C. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian terkait tes fisika untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif sudah banyak dilakukan dan dipublikasikan secara ilmiah. Antara lain:

Nyet Moi Siew (2013) melakukan penelitian terhadap berpikir divergen sebagai sebuah indikator untuk menentukan kemampuan berpikir kreatif

dalam pembelajaran fisika. Penelitian dilakukan dengan memberikan pertanyaan fisika dengan materi mekanika, zat, dan panas di universitas. Jawaban yang diberikan beragam dan sifatnya terbuka, yang kemudian dapat dikategorikan kepada jawaban kemampuan berpikir kreatif. Hasilnya pengategorian tingkat kemampuan berpikir kreatif. Tes ini merupakan pembuktian bahwa kemampuan berpikir divergen dapat dijadikan indikator dalam mengukur kemampuan berpikir kreatif.

Alurbaie & Daniel (2014) membuat tes untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif fisika. Tes ini dilakukan di negara Iraq. Tes ini dilakukan untuk peserta didik setara dengan SMP kelas 2. Tes ini berbentuk uraian, namun dengan materi yang ada di sekitar. Peserta didik diharap memberikan respon terhadap gambar atau fenomena yang diberikan. Dengan menggunakan penskoran tes Torrance (1990), peneliti menilai hasil peserta didik. Tes ini merupakan bentuk aplikasi dari tes Torrance yang dilakukan pada tahun 1990 serta diaplikasikan di pelajaran fisika. Permasalahan dari penelitian ini adalah tes yang digunakan untuk sekolah menengah pertama, selain itu penilaian Torrance tidak sesuai untuk diterapkan menyesuaikan kepada sistem penilaian di pembelajaran kurikulum di Indonesia.. Pada penelitian dilakukan pengembangan menyesuaikan materi dan penilaian agar sesuai terhadap kurikulum di Indonesia.

Mukhopadhyay (2013) melakukan penelitian mengukur kemampuan berpikir kreatif fisika. Dia melakukan tes untuk mahasiswa IPA kelas 11 yang belajar fisika di daerah West Bengal. Bentuk tes yang dibuat adalah isian

dengan total 14 soal uraian mewakili aspek kreativitas yang berbeda. Sebelum dilakukan tes, terlebih dahulu soal divalidasi. Hasilnya tes ini valid dan reliabel, bahkan peneliti menemukan banyak jawaban baru yang tidak diajarkan di kelas. Namun, soal yang digunakan terlalu sedikit, sehingga diperlukan tes dengan soal yang lebih banyak agar hasilnya lebih reliabel. Oleh karenanya pada penelitian dilakukan modifikasi agar soal diperbanyak sehingga mencakup banyak materi dan reliabilitasnya lebih tinggi.

Shidiq (2014) melakukan penelitian mengembangkan tes pengukuran kemampuan berpikir tingkat tinggi kimia dengan menggunakan tes pilihan ganda dengan alasan. Poin penilaian yang dia gunakan adalah 1 untuk jawaban soal atau alasan yang benar, serta 2 untuk jawaban dan soal yang benar. Hasil dari penelitian ini adalah menyatakan bahwa tes pilihan ganda beralasan layak digunakan untuk pengukuran kemampuan berpikir tingkat tinggi. Tes ini sesuai dengan teori-teori pembelajaran seperti teori Piaget dan Brookhart. Penelitian ini bisa dimodifikasi dengan IRT dengan penilaian politomi, hal ini dimungkinkan agar hasil pengukuran lebih akurat.

Aybek (2017) meneliti tentang penggunaan CAT dengan model teori respon butir (TRB) dan butir politomi. Menurutnya penggunaan CAT sebagai upaya agar tes yang dikerjakan tidak terlalu sulit dan terlalu mudah. Tes ini akan lebih optimal dipasangkan dengan TRB. Dengan menggunakan TRB, parameter butir tidak bergantung kepada kemampuan kelas, kemampuan diri tidak bergantung kepada sampel, butir dapat dikembangkan untuk seluruh kemampuan dan butir didefinisikan dalam skala. Dalam penelitian

disandingkan antara CAT dengan TRB. Hal ini dilakukan agar butir yang adaptif tidak bergantung kepada kemampuan kelas, namun pada tingkat kesulitan butir tersebut.

Berdasarkan hasil kajian yang relevan, dapat disimpulkan bahwa penelitian pengukuran kemampuan berpikir kreatif fisika dapat dilakukan. Namun dari kajian teori dan kajian teori yang relevan, penelitian penilaian kemampuan berpikir kreatif fisika dapat dikembangkan dengan menggunakan tes pilihan ganda beralasan dengan butir IRT. Selain itu, untuk lebih memaksimalkan penilaian dan memunculkan kemampuan berpikir kreatif, dapat digunakan media CAT yang dapat memunculkan motivasi mengerjakan soal, dengan mengukur sesuai kemampuan peserta didik.

D. Kerangka Berpikir

Berpikir kreatif merupakan bagian integral dari fisika dan proses ilmiah. Berpikir kreatif adalah salah satu upaya menjadikan peserta didik lebih peka terhadap pembelajaran dalam fisika, termasuk memegang peranan dalam proses dan menyelesaikan permasalahan fisika yang berisi banyak kaidah dasar tentang gejala alam. Kreativitas yang dihasilkan dari berpikir kreatif akan menuntun peserta didik untuk menemukan sesuatu yang berbeda dalam belajar fisika.

Pembelajaran fisika di kelas melibatkan proses penilaian Penilaian dilakukan agar tercipta pembelajaran yang lebih baik untuk kedepannya melalui evaluasi berdasarkan informasi penilaian. Proses evaluasi hendaknya memperhatikan tujuan kurikulum yang salah satu kecakapan hidup adalah agar

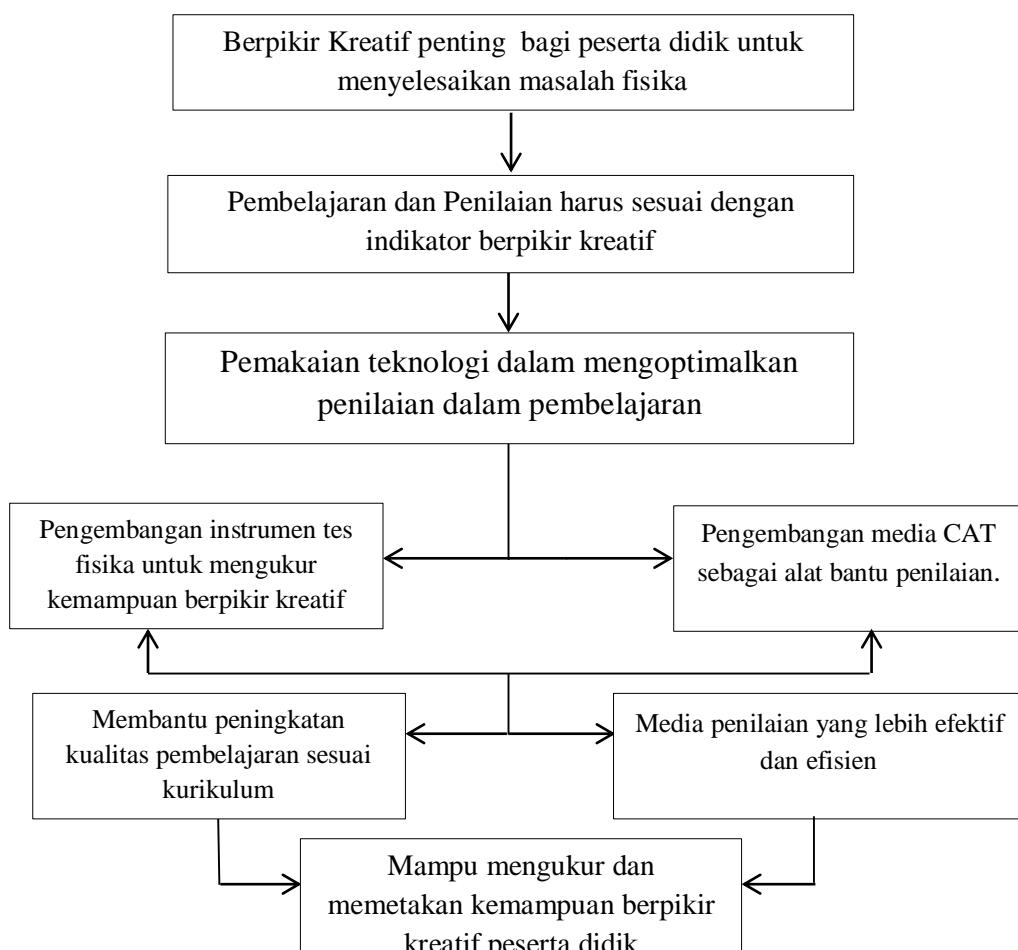
peserta didik mampu bertindak efektif dan kreatif. Urgensi mengukur kemampuan berpikir kreatif selain bersandar kepada kurikulum juga pada realita bahwa kemampuan berpikir kreatif fisika di kelas masih rendah, salah satu penyebabnya adalah tidak maksimalnya proses penilaian dan evaluasi pembelajaran.

Pada umumnya permasalahan penilaian yang ada di sekolah adalah untuk mengukur berpikir tingkat rendah. Rendahnya penilaian ini ditandai dengan seringnya penilaian berupa pilihan ganda yang memiliki besarnya faktor menebak. Bentuk tes yang sesuai, indikator yang dijadikan acuan pembuatan dan faktor yang lainnya menjadi masalah pembuatan penilaian. Oleh karenanya diperlukan pengembangan terhadap penilaian semacam ini, yakni dengan pilihan ganda beralasan.

Majunya teknologi berdampak kepada penilaian, banyak penilaian berskala besar yang menggunakan teknologi. Penilaian seperti ujian masuk perguruan tinggi, ujian nasional, tes TOEFL menggunakan bantuan komputer. Hal ini dikarenakan komputer memiliki banyak keunggulan yang bisa dimanfaatkan untuk pengukuran berskala besar dibandingkan dengan menggunakan kertas. Keunggulan ini antara lain adalah sistem penskoran yang terbebas dari bias manusia, produksi tes yang lebih praktis dibandingkan dengan menggunakan kertas

Salah satu contoh pemanfaatan komputer untuk membuat tes adalah dengan computer adaptive test (CAT). Pemilihan dengan CAT dibandingkan dengan CBT (Computer based test) ataupun CAT (*computer assisted test*) dikarenakan tes dengan sistem adaptif yang ada di CAT mampu memotivasi peserta didik untuk

lebih temotivasi menjawab dengan benar. Hal ini dikarenakan butir soal bergerak menjadi lebih sulit jika jawaban benar, dan menjadi lebih mudah jika jawaban salah. Selain itu CAT mampu diisi dengan pilihan ganda beralasan dan soal dengan butir IRT (Item response theory) untuk memaksimalkan penilaian.



Gambar 1. Bagan Alur Kerangka Berpikir Penelitian

E. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana konstruksi instrumen tes untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan berdasarkan materi fisika SMA Kelas XI semester gasal?

2. Bagaimana karakteristik instrumen tes kemampuan berpikir kreatif yang memenuhi syarat secara validitas menurut penilaian ahli?
3. Bagaimana reliabilitas instrumen tes berpikir kreatif fisika yang dikembangkan?
4. Bagaimana pengembangan tes yang sesuai dengan dimensi kemampuan berpikir kreatif meliputi aspek kemampuan menjawab secara luwes, rinci, orisinil, lancar dan dapat digunakan untuk memetakan kemampuan berpikir kreatif peserta didik di suatu sekolah?
5. Bagaimana kurva karakteristik butir (*item characteristic curve*) tes kemampuan berpikir kreatif fisika yang dikembangkan?
6. Bagaimana indeks kesukaran tes kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan?
7. Bagaimana fungsi informasi dan *standard error measurement* tes kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan
8. Bagaimana pemetaan kemampuan berpikir kreatif menggunakan *computerized adaptive test* (CAT) yang dilakukan pada peserta didik kelas XI di kabupaten Gunung Kidul?
9. Bagaimana kelayakan CAT yang dikembangkan untuk memetakan kemampuan berpikir kreatif?