

VALIDITAS INSTRUMEN PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS  
MELALUI PENALARAN FORMAL DALAM PEMECAHAN MASALAH  
PADA MATERI USAHA DAN ENERGI

Valaga Syarafina Biyan dan Woro Setyarsih

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya,  
email: [valagabiyan16030184040@mhs.unesa.ac.id](mailto:valagabiyan16030184040@mhs.unesa.ac.id)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah pada materi Usaha dan Energi. Instrumen ini mengombinasikan penalaran formal sehingga siswa berpikir secara kritis dan mampu memecahkan permasalahan. Model penelitian ADDIE diterapkan dalam pengembangan instrumen dan berhasil dibuat 39 butir instrumen. Validitas logis instrumen dari kajian ranah/proses berpikir, materi, konstruk, dan bahasa ditelaah oleh tiga validator. Hasil validasi logis diperoleh 14 butir instrumen valid pada kategori sangat valid dengan persentase 95%. Instrumen kemudian diterapkan dalam uji terbatas pada 30 siswa SMAN 16 Surabaya yang telah mempelajari materi Usaha dan Energi. Validitas empiris butir instrumen, daya pembeda, tingkat kesukaran butir, dan reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan *software Microsoft Excel*. Reliabilitas instrumen menunjukkan bahwa  $r_{hitung} > r_{tabel}$  yaitu  $0,90 > 0,361$  tergolong reliabel. Butir instrumen penilaian valid secara empiris antara skor 0,47 hingga 0,84. Tingkat kesukaran setiap butir instrumen dalam rentang indeks dari 0,38 - 0,90 dengan daya pembeda setiap butir instrumen dalam rentang indeks dari 0,20 hingga 0,43. Hasil uji coba terbatas diperoleh 12 butir instrumen penilaian memenuhi validitas empiris. Instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah pada materi Usaha dan Energi valid secara logis maupun empiris sebanyak 12 butir instrumen penilaian. Instrumen penilaian yang telah valid secara logis maupun empiris dapat mendeskripsikan keterampilan berpikir kritis dengan mempresentasikan aspek yang dapat dikembangkan untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah melalui penalaran formal siswa.

**Kata kunci:** Validitas, Instrumen penilaian, Keterampilan berpikir kritis, Penalaran formal, Pemecahan masalah

**Abstract**

*This study aims to describe the validity of the critical thinking skills assessment instruments through formal reasoning in solving Work and Energy problems. This instrument combines formal reasoning, so students think critically and can solve problems. The ADDIE research model was applied in the development of instruments, which initially consisted of 39 instruments. Three validators were involved in obtaining logical validity from the study of the realm of thought, material, constructs, and language. The logical validation results obtained 14 items of assessment instruments that were then tested were limited to 30 students of SMAN 16 Surabaya who had studied Work and Energy. Validation data analysis shows a very good category with a percentage of 95%. The empirical validity of grading instrument items, distinguishing features, item difficulty levels, and assessment instruments' reliability were analyzed using Microsoft Excel software. Instrument reliability shows that  $r_{count} > r_{table}$  that is  $0.90 > 0.361$  is classified as reliable. Items that are valid empirically assessed instruments are worth between 0.47 to 0.84. The level of difficulty on each item of this instrument with an index of 0.38 to 0.90 with distinguishing power on each item of this instrument with an index of 0.20 to 0.43. The results of limited trials obtained that 12 items of assessment instruments fulfill empirical validity. The instrument for evaluating critical thinking skills through formal reasoning in solving Work and Energy problems is logically and empirically valid as many as 12 items of assessment instruments. Assessment instruments that have been valid logically and empirically can describe critical thinking skills by presenting aspects that can be developed to hone the ability of problem solving through student formal reasoning.*

**Keywords:** Assessment, Critical thinking skills, Formal reasoning, Problem solving

## **PENDAHULUAN**

Tuntutan perkembangan abad ke-21 perlu dilatihkan selama pembelajaran di sekolah agar siswa menguasai keterampilan dan kompetensi yang dikembangkan. Pembelajaran di sekolah harus mampu mewujudkan keterampilan abad ke-21 yang dikemukakan oleh *ICT Literacy* (dalam Zubaidah, 2016:5), meliputi: a) mengumpulkan dan/atau mengambil informasi, b) mengatur dan mengelola informasi, c) mengevaluasi kualitas, relevansi, dan kegunaan informasi, dan d) menghasilkan informasi yang akurat melalui penggunaan sumber daya yang ada. Segala kegiatan yang dilakukan harus mendukung kapabilitas siswa dalam berpikir kritis dan memecahkan masalah.

Keterampilan berpikir kritis perlu dimiliki siswa dalam menemukan sumber masalah agar mampu mencari dan menemukan solusi dari permasalahan tersebut melalui pertimbangan menggunakan ukuran atau standar tertentu (Zubaidah dkk, 2015:202). Ennis (2013:45) mengungkapkan bahwa berpikir kritis bertujuan untuk menentukan apa yang harus diyakini dan dilakukan melalui berpikir reflektif yang masuk akal dan relevan. Siswa yang terlatih berpikir secara kritis akan memperoleh pengalaman dan bekal saat menemui fenomena di sekitar melalui pemahaman konsep, sintesis, dan evaluasi, serta menemukan solusi permasalahan yang efektif dan rasional berdasarkan penalaran formal.

Terkait pemecahan masalah, Kurikulum 2013 secara jelas menegaskan bahwa kompetensi yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran fisika adalah kemampuan pemecahan masalah (Kemendikbud, 2017). Pemecahan masalah dapat dilatihkan melalui penalaran karena beberapa bentuk penalaran merupakan elemen pemecahan masalah. Penalaran yang dimiliki siswa dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan nalar dan logika untuk memahami ilmu matematika dan sains, terutama fisika (Usman, 2019:61-62). Penalaran formal mampu mengembangkan pikiran berdasarkan fakta atau prinsip yang dimiliki sebagai proses konstruktif siswa dalam keterampilan berpikir sehingga dapat menarik kesimpulan atau pernyataan baru. Basmajian (dalam Susanti dkk, 2014: 81) menyatakan bahwa penalaran formal dapat mendorong keterampilan berpikir kritis dan penguasaan materi.

Berdasarkan tahap perkembangan kognitif Piaget (2010), siswa SMA berada pada tahap operasional formal yang mampu berpikir secara abstrak dan simbolik yang berkaitan dengan penalaran melalui pemikiran analitik dan logis dalam memecahkan masalah. Siswa dapat bernalar formal jika mampu memahami permasalahan yang murni abstrak, mampu membuat hipotesis, menangani permasalahan dengan baik serta dapat berpikir secara luwes dan fleksibel (Nur dan Rahman,

2013:88). Piaget (2010) menyatakan bahwa siswa dianggap siap bernalar dengan mengembangkan konsep atau materi khusus jika memperoleh skemata yang diperlukan sehingga mampu mengembangkan keterampilan berpikir yang dimiliki. Artinya keterampilan berpikir dalam proses belajar menjadi terhambat bila penalaran formal siswa tidak sesuai dengan yang diperlukan. Oleh karena itu, pemecahan masalah dapat menjadi salah satu sarana yang tepat untuk mengembangkan penalaran formal siswa melalui keterampilan berpikir.

Keterampilan berpikir dapat memberikan kesempatan siswa untuk dapat memecahkan permasalahan (Nurazizah, 2017:198). Siswa dalam memecahkan permasalahan harus mengetahui dan memahami permasalahan yang dikaitkan dengan ilmu yang dimilikinya melalui keterampilan berpikir kritis sehingga dapat memengaruhi cara pemecahan masalah siswa. Artinya, bekal dari pemikiran kritis adalah kemampuan dalam bernalar untuk dapat mengolah dan mengaitkan informasi dengan pengetahuan yang dimiliki sehingga mampu memecahkan permasalahan berupa gagasan baru atau evaluasi mengenai informasi tersebut (Rahman, 2013, Nurazizah, 2017).

Pemikiran kritis siswa dapat dilakukan secara tertulis melalui penilaian instrumen penilaian yang dapat mengidentifikasi pemikiran kritis siswa (Zubaidah dkk., 2015:204). Peluang pengembangan asesmen berpikir kritis terbuka luas karena belum adanya kesepakatan pasti mengenai asesmen berpikir kritis yang bertujuan untuk melihat keberhasilan dalam pemberdayaan keterampilan berpikir kritis. Penilaian keterampilan berpikir kritis memiliki tujuan dalam pemikiran kritis siswa seperti: mendiagnosis kemampuan berpikir kritis dan watak siswa, memotivasi agar siswa menjadi pemikir kritis yang terus berkembang, serta dapat mempertanggungjawabkan pemikiran kritis siswa (Zubaidah dkk., 2015:206). Penelitian terkait instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui proses pemikiran siswa.

Berkaitan dengan pemikiran siswa yang perlu dilatih untuk mencapai kompetensi memecahkan masalah, keterampilan berpikir kritis diperlukan di setiap langkah pemecahan masalah (Haryani, 2011:126). Instrumen kemampuan pemecahan masalah kini marak dikembangkan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah (Kurniawan dan Taqwa, 2018:1451). Maraknya perkembangan instrumen penilaian, maka penelitian ini mengaitkan keterampilan berpikir kritis sehingga dapat memecahkan masalah dengan mengidentifikasi penalaran formal di setiap permasalahan. Hal sangat penting dilakukan mengingat fungsi utama dari penilaian, apabila

instrumen penilaian yang digunakan kurang tepat maka akan menghasilkan pengukuran yang tidak tepat pula. Dengan melihat urgensi kebutuhan instrumen yang melibatkan proses berpikir/bernalarnya siswa dalam memecahkan masalah, penelitian ini merunut mekanisme proses berpikir siswa dalam menalar secara kritis hingga berhasil memecahkan masalah dengan cara mengidentifikasi proses dan tahapan penalaran siswa sehingga siswa mampu berpikir secara kritis dimana proses tersebut mencerminkan tahapan pemecahan permasalahan yang dilakukannya, serta keseluruhan proses dan tahapan tersebut dikemas secara rigid dalam suatu instrumen penilaian. Spesifikasi setiap butir instrumen penilaian pada penelitian ini mendeskripsikan kemampuan berpikir siswa dengan menentukan penalaran formal melalui indikator keterampilan berpikir kritis yang merujuk pada keberhasilan siswa dalam memecahkan permasalahan. Instrumen penilaian yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan jawaban yang bersifat *open ended* karena instrumen *open ended* lebih sensitif terhadap konstruk jawaban pemikiran kritis siswa daripada instrumen pilihan ganda (Emiliannur dkk, 2017:2).

Instrumen penilaian yang dapat mendeskripsikan keterampilan siswa perlu dilakukan validasi sebagai salah satu syarat evaluasi. Instrumen penilaian harus konsisten dalam penggunaannya dan dapat mengukur sesuai sasaran ukuran, sehingga perlu dilakukan validasi (Putra, 2013: 167). Validitas merupakan suatu proses yang dilakukan oleh pengembang untuk mengumpulkan data guna mengumpulkan kesimpulan berdasarkan skor instrumen yang diperoleh (Putra, 2013:167). Instrumen penilaian memiliki validitas tinggi jika alat tersebut menjalankan fungsi ukurnya atau memberikan hasil ukur yang sesuai sehingga dapat dilakukan pengukuran

menggunakan instrumen penilaian tersebut. Secara garis besar, validitas dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu validitas logis dan validitas empiris (Farida: 2017:159). Validitas logis pada instrumen penilaian menunjukkan kondisi instrumen penilaian yang telah memenuhi persyaratan valid berdasarkan hasil penalaran karena telah dirancang secara baik serta mengikuti teori dan ketentuan. Validitas empiris instrumen penilaian diujikan berdasarkan pengalaman yang dapat dilakukan melalui uji coba kepada siswa (Putra, 2013:170).

Setiap jenjang pembelajaran fisika di level satuan pendidikan SMA selalu ada pembahasan materi energi yang tentunya perlu dilakukan penilaian dan evaluasi secara rutin sehingga membutuhkan instrumen penilaian terkait materi energi tersebut. Kelas X membahas energi dalam bidang mekanika, kelas XI mengkaji energi pada materi kalor dan pemanasan global, sedangkan Kelas XII mempelajari energi kelistrikan dan sumber energi listrik. Pembelajaran energi yang terus diajarkan ini dapat menjadikan siswa memiliki keterampilan bernalar dan logika kritis pada materi energi yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan energi di sekitar lingkungannya. Penilaian kemampuan berpikir kritis untuk memecahkan masalah materi energi di fisika SMA dapat dikenalkan, diterapkan sekaligus dilatihkan semenjak kelas X yaitu pada Kompetensi Dasar 3.9 yang membahas usaha dan energi mekanik. Proses penilaian tersebut dikembangkan dalam penelitian ini dengan cara merunut indikator penilaian keterampilan berpikir kritis melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah, dengan menggunakan penjabaran indikator penilaian seperti pada Tabel 1 yang mengacu pada indikator berpikir kritis dari Jacob dan Sam (2008), pola penalaran formal siswa (Lawson, 2010), dan tahapan pemecahan masalah dari Docktor (2009).

**Tabel 1.** Indikator Penilaian Keterampilan yang Dikembangkan

Indikator Berpikir Kritis (Jacob dan Sam, 2008)	Sub Indikator Berpikir Kritis	Penalaran Formal (Lawson, 2010)	Tahapan Pemecahan Masalah (Docktor, 2009)
Klarifikasi ( <i>clarification</i> ): merumuskan permasalahan secara tepat dan jelas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis dan membahas ruang lingkup permasalahan,</li> <li>• Mengidentifikasi asumsi yang mendasari permasalahan,</li> <li>• Mengidentifikasi hubungan antara bagian-bagian yang berbeda dari permasalahan,</li> <li>• Mendefinisikan istilah yang relevan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Penalaran proporsional</li> <li>b) Pengontrolan variabel</li> <li>c) Penalaran probabilistik</li> <li>d) Penalaran korelasional</li> <li>e) Penalaran kombinatorial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Mendeskripsikan konsep fisika dalam permasalahan</li> <li>2. Menentukan konsep fisika yang sesuai</li> <li>3. Menerapkan konsep fisika yang tepat</li> <li>4. Melaksanakan prosedur matematika</li> <li>5. Kemampuan berlogika</li> </ul>
Asesmen ( <i>assessment</i> ): mengajukan pernyataan maupun pertanyaan yang berkaitan dengan permasalahan yang diberikan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengumpulkan dan menilai informasi yang relevan,</li> <li>• Memberikan alasan bahwa bukti yang diajukan sudah valid atau relevan,</li> <li>• Membuat penetapan nilai pada kriteria dalam argumen atau situasi atau asesmen.</li> </ul>		
Inferensi ( <i>inference</i> ): melakukan penalaran berdasarkan kriteria dan standar yang relevan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat kesimpulan berdasarkan data yang matang,</li> <li>• Membuat generalisasi berdasarkan hasil yang relevan,</li> <li>• Menganalisis hubungan antar bagian yang berbeda</li> </ul>		

Indikator Berpikir Kritis (Jacob dan Sam, 2008)	Sub Indikator Berpikir Kritis	Penalaran Formal (Lawson, 2010)	Tahapan Pemecahan Masalah (Docktor, 2009)
	dari permasalahan.		
Strategi ( <i>strategies</i> ): berpikir dan mengajukan gagasan terbuka sebagai alternatif.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat langkah-langkah yang mengarah pada solusi,</li> <li>• Mendiskusikan langkah-langkah pemecahan masalah,</li> <li>• Mengevaluasi langkah-langkah pemecahan masalah,</li> <li>• Memprediksi hasil dari langkah-langkah pemecahan masalah.</li> </ul>		

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa penalaran formal menjadi jembatan di dalam mendeskripsikan profil keterampilan berpikir kritis dengan pemecahan masalah yang dilakukannya, sehingga nampak jelas kemampuan siswa dalam berlogika, meyakini, dan mengolah informasi yang diperolehnya. Dan inilah yang merupakan awal dari pemikiran kritis siswa. Jenis penalaran yang diperlukan di setiap fenomena dalam penilaian keterampilan berpikir kritis dapat berbeda, namun tetap harus sistematis dan logis. Hal ini bertujuan agar dapat berpikir kritis dalam memberikan pertimbangan menggunakan ukuran atau standar tertentu sesuai dengan pemecahan masalah yang diperlukan. Tidak semua fenomena yang berkaitan dengan materi Usaha dan Energi di Fisika Kelas X memerlukan seluruh tahapan pemecahan masalah. Beberapa permasalahan tidak memerlukan prosedur matematis namun tetap memerlukan kemampuan berlogika.

Permasalahan kontekstual terkait materi Usaha dan Energi menuntut penalaran siswa untuk berpikir tingkat tinggi melalui pemikiran kritisnya dan mampu memecahkan permasalahan pada instrumen penilaian yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini sependapat dengan Lestari dkk (2019:162) yang menyatakan bahwa kompetensi-kompetensi pada materi Usaha dan Energi menuntut pemikiran tingkat tinggi siswa dan mampu memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Setiap butir instrumen penilaian pada penelitian ini mendeskripsikan kemampuan berpikir siswa dengan menentukan penalaran formal melalui indikator keterampilan berpikir kritis sehingga siswa dapat memecahkan permasalahan pada materi Usaha dan Energi. Hal ini dapat mengidentifikasi kemampuan siswa di setiap permasalahan yang disajikan di setiap butir instrumen penilaian, meliputi tahapan berpikir siswa di setiap tahapannya dalam bernalar sebagai jembatan untuk mendeskripsikan profil keterampilan berpikir kritis dengan pemecahan masalah yang dilakukannya.

Dengan demikian tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan validitas instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah yang dikembangkan guna

mendapatkan profil kemampuan berpikir siswa pada materi Usaha dan Energi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model penelitian ADDIE dari Robert Marie Branch (2009) dengan lima tahapan, yaitu: analisis (*analysis*), perencanaan (*design*), pengembangan (*develop*), penerapan (*implement*), dan evaluasi (*evaluate*). Tahapan analisis dilakukan pada beberapa aspek, yaitu analisis kebutuhan pengembangan, analisis kurikulum, dan analisis materi. Analisis kebutuhan pengembangan dilakukan dengan menelaah penelitian relevan yang telah dilakukan untuk memperoleh informasi terbaru terkait fakta di lapangan. Analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah Kompetensi Dasar Fisika SMA pada materi usaha dan energi, yaitu mampu menganalisis konsep energi, usaha (kerja), hubungan usaha (kerja) dan perubahan energi, hukum kekekalan energi, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Analisis materi dilakukan dengan menelaah berbagai literatur terkait usaha dan energi dan mengaitkannya dengan fenomena di sekitar sehingga diperoleh konstruk materi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis tersebut dikembangkan indikator penilaian kemampuan berpikir kritis melalui penalaran formal sehingga mampu memecahkan permasalahan pada materi Usaha dan Energi. Berdasarkan indikator penilaian tersebut kemudian disusun butir-butir instrumen penilaian.

Instrumen penilaian yang telah dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh tiga validator untuk memperoleh validitas logis dari kajian ranah berpikir, materi, konstruk, dan bahasa. Pengategorian persentase validitas logis mengacu pada Putra (2013:179) dengan ketentuan hasil validitas  $\leq 20\%$  berkategori sangat rendah; 21%-40% berkategori rendah; 41%-60% berkategori sedang; 61%-80% berkategori tinggi; dan  $\geq 81\%$  berkategori sangat tinggi.

Hasil revisi instrumen penilaian setelah dilakukan validasi logis, dikemas dalam bentuk instrumen *online* menggunakan *platform google form* dimana *space* jawaban diunggah pada setiap pertanyaan untuk memudahkan pengamatan setiap tahap pemecahan

masalah yang dilakukan siswa. Uji coba instrumen dilakukan pada 30 siswa kelas X SMAN 16 Surabaya pada semester genap 20019/2020. Data hasil ujicoba digunakan untuk menentukan validitas empiris, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran butir instrumen penilaian yang dikembangkan.

Validitas empiris menggunakan korelasi *product moment* mengacu pada Farida (2017:163) dengan kriteria validitas tergolong sangat rendah dengan hasil validitas  $\leq 0,20$ ; tergolong rendah dengan hasil validitas  $0,21-0,40$ ; tergolong sedang dengan hasil validitas  $0,41-0,60$ ; tergolong tinggi dengan hasil validitas  $0,61-0,80$ ; dan tergolong sangat tinggi dengan hasil validitas  $\geq 81\%$ . (Putra, 2013:179).

Reliabilitas instrumen penilaian dihitung menggunakan teknik *cronbach alpha* yang dibandingkan dengan tabel *r product moment* mengacu pada Putra (2013:192). Analisis daya pembeda instrumen penilaian mengacu pada Farida (2017:155) dengan penafsiran daya pembeda  $\leq 0,19$  tergolong buruk;  $0,20-0,29$  tergolong sedang;  $0,30-0,39$  tergolong cukup;  $0,40-0,69$  tergolong

baik; dan  $\geq 0,70$  tergolong baik sekali. Analisis tingkat kesukaran (*difficulty index* atau *facility index*) butir instrumen penilaian mengacu pada Farida (2017:156) dengan penafsiran tingkat kesukaran  $\leq 0,19$  tergolong sukar;  $0,40-0,69$  tergolong sedang; dan  $\geq 0,70$  tergolong mudah. Hasil uji coba instrumen penilaian digunakan untuk evaluasi instrumen penilaian yang mampu mendeskripsikan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah pada materi usaha dan energi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada awal tahap pengembangan, telah berhasil dikembangkan 39 butir soal berbentuk uraian yang dilengkapi sejumlah atribut instrumen penilaian yaitu: 1) Indikator berpikir kritis, 2) Indikator soal, 3) Ranah kognitif, 4) Penalaran formal, 5) Permasalahan dan pertanyaan, 6) Jawaban tahapan pemecahan masalah (PS), dan 7) rubrik penilaian yang terdiri dari: skor (S), bobot (B), dan skor maksimal (SM), seperti pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Atribut Instrumen Penilaian yang Dikembangkan

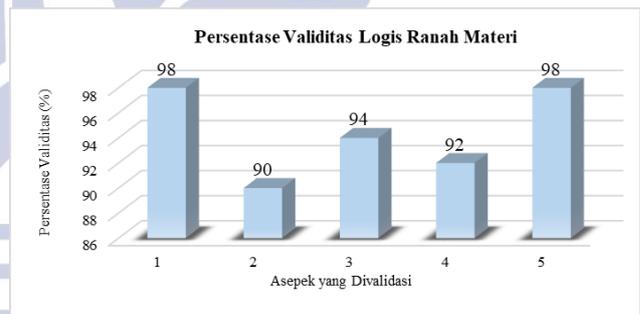
Kerangka Berpikir	Soal (Permasalahan dan Pertanyaan)	Tahapan Pemecahan Masalah		Rubrik Penilaian		
		P S	Jawaban	S	B	S M
<b>Indikator Berpikir Kritis:</b> Strategi Memprediksi hasil dari langkah-langkah pemecahan masalah  <b>Indikator Soal:</b> Diberikan fenomena mengenai ketinggian bendungan, siswa dapat menciptakan gagasan mengenai pemanfaatan bendungan berdasarkan energi yang tersimpan.  <b>Ranah Kognitif:</b> C6 <b>Penalaran Formal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penalaran proporsional,</li> <li>• Pengontrolan variabel,</li> <li>• Penalaran</li> </ul>	Dilansir dari Wikipedia, bendungan Ertan di Sichuan, Tiongkok memiliki ketinggian 240 m yang membendungi Sungai Yalong. Bendungan ini memiliki kecepatan air konstan yaitu 40m/s yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik dengan adanya turbin di permukaan tanah.   <p style="text-align: center;"><b>Gambar 1.</b> Bendungan Ertan</p> a. Berapa besar kecepatan air saat mengenai turbin? b. Berapa besar energi yang dapat dimanfaatkan dari pergerakan air ini jika efisiensi turbin sebesar 80% dari pergerakan 1000 liter air yang mengenai turbin dengan massa jenis air 1000 kg/m <sup>3</sup> ? c. Pemanfaatan energi listrik ini digunakan untuk memberi energi 14 lampu @10 W di sekitar bendungan di malam hari yang dinyalakan selama	1	<b>Bendungan</b> $h = 240 \text{ m}$ $v = 40 \text{ m/s}$ $V = 1000 \text{ liter} = 1 \text{ m}^3$ $\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ $\text{eff} = 80\%$ <b>14 lampu @10 Watt</b> $t_{\text{lampu}} = 5 \text{ jam}$ $W_{\text{bendungan}} = 2.560.000 \text{ J}$	1	3	15
		2	Bendungan menampung air yang bergerak sehingga memiliki kecepatan dan jatuh dari ketinggian tertentu hingga dijadikan sumber energi untuk menyalakan listrik.	1		
		3	a. $Em_1 = Em_2$ $Ep_1 + Ek_1 = Ek_2$ b. $Ek = \frac{1}{2}mv_2^2$ $m_{\text{air}} = \rho V$ $\text{eff} = 80\%$ c. $W_{\text{lampu}} = P \times t$ Sisa energi: $W_{\text{bendungan}} - W_{\text{lampu}}$	1		
		4	a. $Em_1 = Em_2$ $Ep_1 + Ek_1 = Ek_2$ $(m \times g \times h) + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$  $240 \times 10 + \left(\frac{1}{2} \times 40 \times 40\right) = \frac{1}{2}v_2^2$ $v_2 = 80 \text{ m/s}$ b. $Ek = \frac{1}{2}mv_2^2$ $m_{\text{air}} = \rho V$ $\text{eff} = 80\%$	1		

Kerangka Berpikir	Soal (Permasalahan dan Pertanyaan)	Tahapan Pemecahan Masalah		Rubrik Penilaian		
		P S	Jawaban	S	B	S M
korelasional. • Penalaran probabilistik, • Penalaran kombinatorial	5 jam. Apakah energi dari turbin ini tersisa atau bahkan memerlukan energi tambahan? Berapa besar energi tersebut? d. Jika Anda sebagai teknisi yang dipercaya untuk mengelola pembangkit listrik ini, ide apa yang dapat Anda tuangkan untuk memenuhi kebutuhan listrik di sekitar dengan memanfaatkan bendungan ini?		$m_{air} = \rho V = \frac{1000kg}{m^3} \times 1m^3 = 1000 kg$ $Ek = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} \times 1000kg \times \left(\frac{80m}{s^2}\right)^2 = 3.200.000 J$ $eff = 80\% \times 3.200.000 J = 2.560.000 J$			
			c. $W_{lampu} = P \times t = (14 \times 10 W)(3600 \times 5jam) = 2.520.000 J$  Sisa energi: $W_{bendungan} - W_{lampu} = 2.560.000 J - 2.520.000 J = 40.000 J$  Ada sisa energi dari pemanfaatan bendungan sebesar $W=40.000 J$			
		5	a. Kecepatan air saat mengenai turbin karena adanya hukum kekekalan energi mekanik adalah $v_2 = 80 m/s$ . b. Efisiensi 80% dari turbin ini menghasilkan energi sebesar $2.560.000 J$ yang dapat dimanfaatkan. c. Berdasarkan permasalahan ini, maka energi potensial dari bendungan dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik di malam hari dengan sisa energi $40.000 J$ . d. Energi potensial dan energi kinetik sebagai energi mekanik awal yang dimiliki bendungan dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dengan energi potensial dan energi kinetik yang stabil sehingga energi listrik yang dihasilkan konstan.	1		

Keterangan: PS = Pemecahan Masalah, S = Skor, B= Bobot, SM = Skor Maksimum

Instrumen penilaian yang telah dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh tiga validator untuk memperoleh validitas logis dari kajian ranah materi, konstruk, dan bahasa. Secara keseluruhan, validator memberikan saran berupa alur proses berpikir butir-butir instrumen penilaian yang akan diujikan dan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kemampuan berpikir siswa secara natural, sehingga instrumen dapat mengukur kemampuan siswa dengan baik dan benar. Hasil validasi logis instrumen penilaian ini mendapat perbaikan sebelum diujicobakan kepada siswa. Berdasarkan penilaian, saran, dan masukan validator diperoleh 14 butir soal yang layak untuk diujicobakan ke siswa.

Validitas logis suatu instrumen ditinjau dari ranah materi mencakup isi pelajaran yang sesuai dengan kurikulum untuk mengukur tujuan tertentu (Putra, 2013:173). Validitas logis ranah materi pada instrumen penilaian ini dengan memeriksa kesesuaian indikator instrumen penilaian dengan kurikulum agar selaras sesuai tujuan yang diinginkan. Hasil validasi ketiga validator dalam ukuran persentase terlihat pada Gambar 2 berikut.



Keterangan Aspek yang Divalidasi:

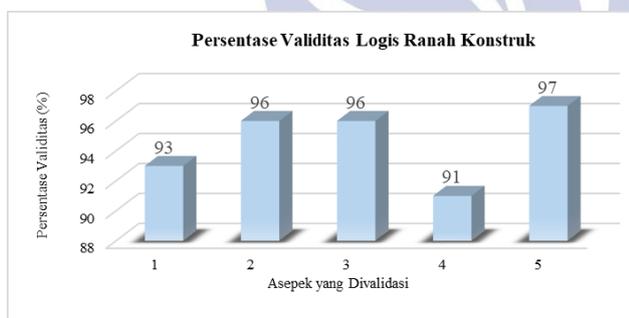
1. Kesesuaian butir soal dengan materi Usaha dan Energi beserta urutannya.
2. Kesesuaian butir soal dengan indikator soal.
3. Batasan pertanyaan dan jawaban yang ditanyakan jelas dan tidak rancu.
4. Kesesuaian butir soal dengan tujuan pengukuran.
5. Materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang jenis sekolah dan tingkat kelas.

Gambar 2. Persentase Validitas Logis Ranah Materi

Validitas logis ranah materi pada instrumen penilaian ini secara keseluruhan telah sesuai dengan materi yang seharusnya diujikan sehingga diperoleh persentase 95% dengan kategori sangat tinggi (Putra, 2013:179). Masukan dan saran validator mengarah pada keselarasan antara permasalahan yang disajikan dengan tujuan instrumen penilaian, yaitu mengukur keterampilan berpikir kritis melalui penalaran formal dalam pemecahan

masalah Usaha dan Energi. Perbaikan yang dilakukan adalah menyajikan dan mengemas permasalahan Usaha dan Energi yang sesuai dengan lingkungan keseharian siswa sehingga memenuhi esensi masalah kontekstual/otentik, sekaligus memudahkan mengukur keterampilan berpikir siswa. Permasalahan yang kontekstual dapat dikaji lebih luas sehingga merujuk pada pemecahan masalah siswa, bukan sebatas pada pemahaman dan penalaran siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian Tiruneh (2017:679), bahwa pengembangan permasalahan pada instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis siswa mampu memperkuat pemikiran kritis siswa.

Validitas logis dari ranah konstruk pada instrumen penilaian dilakukan dengan *judgment validity* (Putra, 2013:174). Instrumen penilaian yang memenuhi validitas konstruk menggambarkan kemampuan instrumen tersebut dalam membangun penilaian dengan mengukur setiap aspek berpikir seperti yang disebutkan dalam setiap indikator butir instrumen penilaian (Farida: 2017:160). Setiap aspek pada ranah konstruk mengacu pada Farida (2017:207) dengan hasil validasi dalam ukuran persentase dari ketiga validator terlihat pada Gambar 3 berikut.



Keterangan:

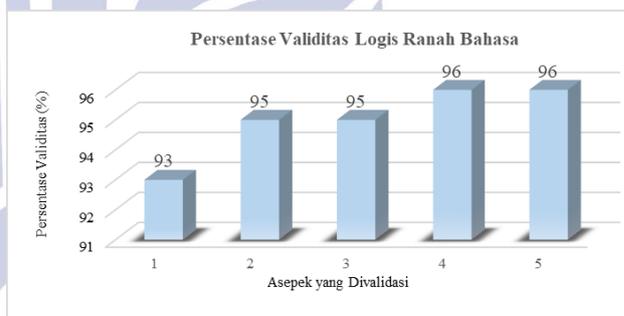
1. Rumusan kalimat dalam bentuk kalimat tanya atau perintah yang menuntun jawaban terurai sebagai tahapan pemecahan masalah.
2. Adanya petunjuk yang jelas mengenai cara mengerjakan soal.
3. Ada pedoman penskoran yang jelas.
4. Gambar, grafik, diagram, tabel, dan sejenisnya disajikan dengan jelas.
5. Setiap butir instrumen penilaian tidak bergantung pada butir instrumen penilaian sebelumnya.

Gambar 3. Persentase Validitas Logis Ranah Konstruk

Validitas logis ranah konstruk instrumen penilaian ini secara keseluruhan memperoleh persentase 95% dengan kategori sangat tinggi (Putra, 2013:179). Perbaikan dan saran dari validator mengarah pada pertanyaan yang dapat disesuaikan dengan alur penalaran serta mampu menggiring siswa menjawab sesuai tahapan pemecahan masalah yang sistematis. Rumusan kalimat pertanyaan yang kurang spesifik mengakibatkan instrumen penilaian tidak dapat mengukur setiap tahapan pemecahan masalah secara spesifik, terutama pada tahapan pendeskripsian konsep fisika dalam permasalahan.

Petunjuk pengerjaan instrumen penilaian dijabarkan secara keseluruhan terkait tata cara pengerjaan secara *online* serta dijabarkan pada setiap butir instrumen penilaian. Pengerjaan instrumen penilaian secara *online* membutuhkan petunjuk pengerjaan dalam memaknai permasalahan (dengan adanya bukti gambar, grafik, diagram, tabel, dan sejenisnya), mengunggah berkas jawaban, bentuk penalaran dan tahapan dalam menjawab pertanyaan yang diharapkan. Petunjuk pengerjaan instrumen yang jelas terhadap tahapan pemecahan masalah setiap butir instrumen penilaian mampu mengukur penalaran formal dalam setiap tahapan pemecahan masalah sebagai hasil pemikiran kritisnya, sehingga ada panduan setiap tahapan pemecahan masalah pada tiap permasalahan.

Instrumen dapat terpenuhi validitas bahasa jika penyusunan kalimat menggunakan bahasa yang mudah dipahami serta tidak bermakna ganda. Kalimat yang digunakan sesuai dengan bahasa Indonesia yang tepat, tidak menggunakan bahasa daerah, dan tidak mengandung unsur SARA (Putra, 2013:174). Setiap aspek pada ranah bahasa mengacu pada Farida (2017:207) dengan hasil validasi ketiga validator seperti terlihat pada Gambar 4 berikut.



Keterangan:

1. Kalimat dalam fenomena dan pertanyaan berifat jelas dan komunikatif.
2. Setiap soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
3. Tidak adanya kalimat yang menimbulkan salah pengertian dan bermakna ganda.
4. Tidak menggunakan bahasa lokal/daerah
5. Tidak ada istilah dan kalimat yang menyinggung pihak manapun (SARA).

Gambar 4. Persentase Validitas Logis Ranah Bahasa

Validitas logis pada ranah bahasa instrumen penilaian ini secara keseluruhan diperoleh persentase 95% dengan kategori sangat tinggi (Putra, 2013:179). Saran dari validator terkait penggunaan bahasa dalam instrumen penilaian adalah menggunakan Bahasa Indonesia secara konsisten di setiap kata yang digunakan secara berulang.

Setelah instrumen diperbaiki sesuai masukan dan penilaian validator, dilakukan uji coba terbatas untuk mendapatkan validitas empiris instrumen penilaian, daya pembeda, tingkat kesukaran, dan reliabilitas instrumen

penilaian. Nilai reliabilitas berdasarkan hasil uji coba instrumen mencapai 0,90, sedangkan pada tabel  $r_{product\ moment}$  pada taraf signifikansi 5% untuk  $N=30$  adalah 0,361. Ini menunjukkan bahwa  $r_{hitung} > r_{tabel}$ , yang bermakna bahwa instrumen penilaian yang dikembangkan adalah reliabel.

Berdasarkan hasil uji coba 14 butir instrumen penilaian, diperoleh 12 butir instrumen penilaian yang valid secara empiris untuk mendeskripsikan profil keterampilan berpikir kritis siswa melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah usaha dan energi. Butir instrumen penilaian yang valid secara empiris tersebut memiliki nilai antara 0,47 hingga 0,84, yang sesuai dengan kriteria valid  $r > 0,41$  (Putra, 2013:192).

Instrumen penilaian ini memiliki tingkat kesukaran setiap butirnya dengan indeks 0,38-0,90 yang tersebar dari kategori sedang hingga sukar. Berbeda dengan hasil pengembangan instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis yang dilakukan oleh Windianovi, dkk (2019:226) dalam penelitiannya yang menghasilkan instrumen dengan tingkat kesukaran sedang. Perolehan tingkat kesukaran dalam kategori sedang hingga sukar ini akibat ranah kognitif dalam instrumen penilaian pada rentang C2 hingga C6 (memahami hingga mencipta). Hal ini didukung oleh pendapat Ennis (2013) yang menyatakan

bahwa kemampuan berpikir kritis dibekali melalui pemahaman konsep, sintesis, evaluasi, hingga menciptakan solusi. Butir instrumen penilaian berkategori sukar tampak pada penerapan materi usaha dan energi yang disajikan secara kompleks, seperti permasalahan butir ke-13 dengan fenomena yang sangat riil untuk memecahkan permasalahan dari setiap poin yang menggiring penalaran dan pemikiran kritis siswa sesuai tahapan pemecahan masalah. Instrumen penilaian dengan kategori mudah terlihat pada butir ke-9 dimana fenomena yang diberikan tidak menunjukkan permasalahan yang kompleks dalam memecahkan permasalahan, melainkan hanya melibatkan penalaran untuk memahami fenomena tersebut, sehingga butir instrumen ini memiliki daya pembeda yang rendah.

Daya pembeda pada setiap butir instrumen ini memiliki indeks dari 0,20 hingga 0,43 yang tersebar dari kategori sedang hingga baik. Daya pembeda tertinggi dimiliki butir ke-11 yang menyajikan permasalahan kontekstual melalui berita, sehingga membutuhkan penalaran untuk pemahaman dan penentuan variabel dalam memecahkan permasalahan. Analisis kuantitatif instrumen penilaian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kisi-Kisi dan Hasil Validasi Instrumen Penilaian

No. Soal Awal	Aspek Penalaran Formal*)	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Tahap Pemecahan Masalah *)	Indikator Soal	Validitas Empiris	Tk. Kesukaran	Daya Pembeda	No. Soal Akhir
1	a), b)	Klarifikasi Mengidentifikasi asumsi yang mendasari permasalahan.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai GMB, siswa dapat menganalisis usaha pada GMB.	0,84	0,68	0,31	1
2	a), c)	Asesmen Membuat penetapan nilai dan/atau pernyataan pada kriteria dalam argument atau situasi atau asesmen.	1, 2, 3, 5.	Diberikan fenomena mengenai pergerakan mobil mainan yang ditarik dengan pegas, siswa dapat menganalisis usaha yang bernilai negatif beserta energinya.	0,75	0,87	0,37	-
3	a), b), c), d)	Inferensi Menganalisis hubungan antar bagian yang berbeda dari permasalahan.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai dua benda yang dijatuhkan dengan massa berbeda dari ketinggian yang sama, siswa dapat menganalisis perbedaan energi mekanik.	0,62	0,67	0,37	2
4	a), b), c), d), e)	Strategi Mendiskusikan langkah-langkah pemecahan masalah.	1, 2, 3, 5.	Diberikan kriteria pembuatan roller coaster, siswa dapat merancang posisi lembah dan bukit untuk roller coaster tanpa mesin.	0,47	0,60	0,26	3
5	a), b), d)	Klarifikasi Mendefinisikan	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan berbagai fenomena dengan perubahan	0,57	0,69	0,37	4

No. Soal Awal	Aspek Penalaran Formal*)	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Tahap Pemecahan Masalah *)	Indikator Soal	Validitas Empiris	Tk. Kesukaran	Daya Pembeda	No. Soal Akhir
		istilah yang relevan.		kecepatan yang sama, siswa dapat menganalisis perbedaan energi kinetik.				
6	a), b), d)	Asesmen Membuat penetapan nilai dan/atau pernyataan pada kriteria dalam argument atau situasi atau asesmen.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai permainan yang dapat berputar, siswa dapat menemukan solusi melalui kecepatan awalnya agar permainan dapat berputar tanpa mesin.	0,81	0,61	0,33	5
7	a), b), d)	Inferensi Membuat kesimpulan berdasarkan data yang matang.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan permasalahan mengenai atlet trampolin, siswa dapat menentukan kecepatan akhir atlet dan tinggi pantulan.	0,76	0,48	0,34	6
8	a), b), c), d)	Asesmen Mengumpulkan dan menilai informasi yang relevan.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai pemanfaatan angin untuk memompa air dari sumur, siswa dapat menciptakan gagasan mengenai konservasi energi.	0,70	0,73	0,33	7
9	b), d)	Klarifikasi Menganalisis dan membahas ruang lingkup permasalahan.	1, 2, 3, 5.	Diberikan sejarah (latar belakang) mengenai olah raga karate, siswa dapat menganalisis faktor yang memengaruhi daya yang dikeluarkan karena pergerakan karate.	0,73	0,90	0,20	-
10	a), b), d)	Strategi Membuat langkah-langkah yang mengarah pada solusi.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan data mengenai massa beberapa <i>sprinter</i> , siswa dapat menganalisis keterkaitan daya dengan massa.	0,73	0,54	0,32	8
11	a), b), d)	Klarifikasi Mengidentifikasi hubungan antara bagian-bagian yang berbeda dari permasalahan.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai pergerakan dua kendaraan dengan jalur yang berbeda meski tujuan sama, siswa dapat menganalisis perpindahan, usaha, dan daya dari kedua kendaraan.	0,79	0,38	0,43	9
12	a), b), d)	Inferensi Membuat generalisasi berdasarkan hasil yang relevan.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan berita mengenai gedung pencakar langit, siswa dapat mengemukakan gagasan untuk meminimalisir usaha dan daya dari elevator.	0,76	0,48	0,30	10
13	a), b), c), d), e)	Strategi Mengevaluasi langkah-langkah pemecahan masalah.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai ketinggian bendungan, siswa dapat menciptakan gagasan mengenai pemanfaatan bendungan berdasarkan energi yang tersimpan.	0,78	0,38	0,39	11
14	a), b), d)	Strategi Memprediksi hasil dari langkah-langkah pemecahan masalah.	1, 2, 3, 4, 5.	Diberikan fenomena mengenai energi dari metabolisme tubuh, siswa dapat menghitung daya yang dikeluarkan untuk menurunkan massa tubuh dengan berolah raga.	0,63	0,38	0,37	12

\*) Keterangan Aspek Penalaran Formal dan Tahap Pemecahan Masalah berdasarkan Tabel 1. Indikator Penilaian

Hasil validasi keseluruhan diperoleh instrumen penilaian yang valid dan reliabel untuk dapat mendeskripsikan keterampilan siswa melalui penalaran formal dalam memecahkan permasalahan Usaha dan Energi sebanyak 12 butir instrumen penilaian. Instrumen penilaian yang telah valid dapat mendeskripsikan keterampilan berpikir kritis siswa dengan mempresentasikan aspek yang dapat dikembangkan untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari melalui penalaran formal siswa. Permasalahan pada instrumen penilaian dapat diselesaikan dengan memecahkan masalah yang termuat di dalam pertanyaan di setiap butir instrumen penilaian, sebab dibutuhkan kemampuan bernalar sehingga mampu berpikir secara kritis dengan mengumpulkan informasi yang relevan dalam menganalisis, menemukan hubungan antar fakta/informasi yang diberikan, mengidentifikasi dan merencanakan strategi penyelesaian soal untuk mendapatkan jawaban yang tepat serta menyadari perlunya meneliti kembali hasil yang telah diperoleh (Pratiwi dan Setyarsih, 2015: 45).

Pembelajaran dengan pemecahan masalah dapat membelajarkan keterampilan berpikir kritis siswa karena di setiap langkah pemecahan masalah memerlukan keterampilan berpikir kritis (Haryani, 2011:126). Kemampuan memecahkan masalah ada pada ide menyusun rencana pemecahan yang memerlukan kemampuan berpikir kritis dari siswa. Instrumen penilaian pada penelitian ini secara spesifik mendeskripsikan ranah penalaran siswa melalui indikator berpikir kritis dengan tuntutan pemecahan masalah pada setiap butir instrumen penilaian. Pada tahap mendeskripsikan konsep fisika dalam permasalahan, siswa membutuhkan kemampuan penalaran proporsional maupun pengontrolan variabel dalam menginterpretasi permasalahan yang diajukan kepadanya secara tepat. Penalaran korelasional dapat dikaitkan dengan kemampuan evaluasi untuk mengevaluasi pemikirannya dalam memahami masalah agar dapat menentukan rencana apa yang akan dilaksanakan siswa harus mampu memaknai informasi yang ada pada masalah dan menghubungkan setiap unsur yang ada pada masalah. Pada tahap menentukan konsep fisika yang sesuai dalam merencanakan pemecahan masalah, diperlukan keterampilan interpretasi, analisis, dan evaluasi sebagai keterampilan berpikir kritis yang didasari oleh kemampuan bernalar. Pada tahap menerapkan konsep fisika maupun melaksanakan prosedur matematis, siswa akan menggali semua konsep dan prosedur yang telah dipelajarinya melalui berbagai penalaran yang dapat dikombinasikan sehingga dapat memecahkan masalah dengan benar. Pada tahap kemampuan berlogika sebagai hasil pemecahan masalah

juga memerlukan keterampilan berpikir kritis untuk menguji apakah pemecahan masalah yang telah dilaksanakan sudah benar melalui identifikasi penalaran formal yang telah ditentukan. Permasalahan kontekstual pada instrumen penilaian ini melatih siswa dalam berpikir kritis mengorganisasikan semua pengetahuan dan konsep yang telah dimilikinya dalam kemampuan bernalar agar berhasil memecahkan masalah.

Peluang pengembangan instrumen penilaian berpikir kritis terbuka luas karena belum adanya kesepakatan pasti mengenai asesmen berpikir kritis yang bertujuan untuk melihat keberhasilan dalam pemberdayaan keterampilan berpikir kritis (Zubaidah, 2015:206). Instrumen penilaian ini dapat mendeskripsikan kemampuan berpikir dalam setiap tahapannya yang didasari dari kemampuan bernalar secara formal siswa dalam memahami permasalahan dan mengaitkan dengan konsep yang dimiliki, sintesis, dan evaluasi melalui keterampilan berpikir kritis yang dimiliki sehingga mampu memecahkan permasalahan pada materi Usaha dan Energi, sebagai salah satu materi di kelas X yang terus diajarkan dan dikembangkan secara rutin berdasarkan keterkaitannya dengan materi lainnya.

Keterampilan berpikir kritis merupakan aspek penting yang harus selalu dikembangkan untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Erceg et al, 2013:74). Perkembangan penalaran formal sangat penting bagi keterampilan berpikir kritis siswa sebagai proses konstruktif dalam keterampilan berpikir kritis untuk dapat memecahkan permasalahan (Susanti dkk, 2014:80). Instrumen penilaian yang divalidasi ini dengan mengidentifikasi kemampuan bernalar siswa sebagai dasar keterampilan berpikir kritis siswa sehingga dapat memecahkan permasalahan. Hal ini sesuai dengan teori perkembangan Piaget (2010) yang menyatakan bahwa siswa SMA dapat mengambil keputusan sebagai pemecahan masalah dari permasalahan kontekstual pada instrumen penilaian tanpa berhadapan langsung dengan benda konkritnya, namun siswa dalam bernalar secara formal untuk memahami permasalahan yang diberikan melalui keterampilan berpikir kritis sehingga dapat memecahkan permasalahan dari setiap butir instrumen penilaian. Tahapan pemecahan masalah yang diharapkan di setiap instrumen penilaian mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui konseptualisasi, penerapan, analisis, sintesis, evaluasi, dan komunikasi informasi secara aktif dan sistematis.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan, maka penelitian terkait instrumen penilaian telah mencapai tahapan evaluasi. Hasil validasi logis

diperoleh 14 butir instrumen penilaian yang valid dengan tingkat validitas berkategori sangat baik dengan persentase 95% pada ranah materi, konstruk dan Bahasa. Hasil uji coba terbatas diperoleh 12 butir instrumen penilaian yang layak digunakan dengan tingkat validitas empiris butir instrumen penilaian berkisar antara 0,47 hingga 0,84, tingkat kesukaran butir pada rentang indeks 0,38 hingga 0,90, dan daya pembeda butir antara 0,20 hingga 0,43. Instrumen penilaian yang dikembangkan terbukti reliabel dengan  $r_{hitung}=0,90 > r_{tabel}=0,361$ . Dengan demikian instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis melalui penalaran formal dalam pemecahan masalah pada materi Usaha dan Energi yang telah dikembangkan telah valid secara logis maupun empiris sebanyak 12 butir instrumen penilaian. Instrumen penilaian yang telah valid tersebut dapat mendeskripsikan keterampilan berpikir kritis dengan mempresentasikan aspek yang dapat dikembangkan untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari melalui penalaran formal siswa. Instrumen penilaian ini dapat diimplementasikan guna menguji efektivitasnya melalui penelitian selanjutnya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer Science & Business Media, LLC.
- Docktor, Jennifer Lim. 2009. Development and Validation of a Physics Problem-Solving Assessment Rubric. *Disertation*. Minnesota: University of Minnesota.
- Emiliannur, E., dkk. 2017. "Performance Assessment Model in Physics Laboratory to Increase Students' Critical Thinking Disposition". *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE)*. doi:10.1088/1742-6596/895/1/012143.
- Ennis, R.H. 2013. *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. (Online), ([http://faculty.ed.uiuc.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking\\_51711\\_000.pdf](http://faculty.ed.uiuc.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf), diakses 30 Oktober 2019).
- Erceg, N., et al. 2013. Probing Students' Critical Thinking Processes by Presenting III-Defined Physics Problems. *Revista Mexicana De Fisica E*. Vol: 59 (1): pp. 65-76. <https://doi.org/10.1117/12.903323>.
- Farida, Ida. 2017. *Evaluasi Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum Nasional*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Haryani, Desti. 2011. "Pembelajaran Matematika dengan Pemecahan Masalah untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa". *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Jacob, S. M dan Sam, H. K. 2008. Measuring Critical Thinking in Problem Solving through Online Discussion Forums in First Year University Mathematics. *Proceeding of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists in Hongkong 19-21 March 2008*.
- Kemendikbud. 2017. *Panduan Penilaian oleh Pendidik dan Satuan Pendidikan untuk Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Kurniawan, Bakhrul R., dan Taqwa, Muhammad Reyza A. 2018. "Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika pada Materi Listrik Dinamis". *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. Vol. 3 (11): pp. 1451-1457.
- Lawson, Anton. E. 2010. *Teaching Inquiry Science in Middle and Secondary School*. California: SAGE Publications.
- Lestari, Putri Eka, dkk. "Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah pada Konsep Usaha dan Energi di SMA". *Jurnal Kumparan Fisika*. Vol. 2 (3): hal. 161-168.
- Nur, Andi Saparuddin dan Rahman, Abdul. 2013. "Pemecahan Masalah Matematika sebagai Sarana Mengembangkan Penalaran Formal Siswa Sekolah Menengah Pertama". *Jurnal Sainsmat, (Online)*, (<http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>, diakses 06 November 2016).
- Nurazizah, Syifa. 2017. "Profil Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Usaha dan Energi". *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. Vol 3 (2): pp. 197-202.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Piaget, Jean., and Barbel Inhelder. 2010 *Psikologi Anak*. Terjemahan Miftahul Jannah. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Pratiwi, Nurul D. dan Setyarsih, W. 2015. "Pengembangan Instrumen Evaluasi Berbasis Taksonomi Structure of the Observed Learning

Outcome (SOLO) untuk Menentukan Profil Kemampuan Siswa dalam Memecahkan Masalah Fluida Statis”. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 04 (3): pp. 45-49.

Putra, Sitiatava Rizema. 2013. *Desain Evaluasi Belajar Berbasis Kinerja*. Jogjakarta: DIVA Press.

Susanti, Ana, dkk. 2014. “Pembelajaran Biologi Menggunakan Inquiry Training Models Dengan Vee Diagram Dan Kwl Chart Ditinjau Dari Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kemampuan Penalaran Formal”. *Jurnal Inkuiri*. Vol. 3 (1): hal. 75-84.

Tiruneh, Dawit Tibebu, et al. 2017. “Measuring Critical Thinking in Physics: Development and Validation of a Critical Thinking Test in Electricity and Magnetism”. *International Journal of Science and Math Education*. Vol. 16: pp. 663-682.

Usman. 2019. “Hubungan Kecerdasan Logis-Matematis dan Motivasi Belajar dengan Kemampuan pemecahan Masalah Peserta Didik Kelas XI SMA Negeri 14 Sinjai”. *Jurnal Sainsmat*. Vol. VIII (1). hal: 60-69. ISSN 2086-6755.

Zubaidah, Siti, dkk. 2015. Asesmen Berpikir Kritis Terintegrasi Tes Essay, (Online), (<https://www.researchgate.net/publication/322315188>, diakses 6 November 2019).

Zubaidah, Siti. 2016. Keterampilan Abad ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran, (Online), (<https://www.researchgate.net/publication/318013627>, diakses 30 Oktober 2019).

Zubaidah, Siti. 2018. Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding 2nd Science Education National Conference*. Malang: Universitas Negeri Malang.

