

Pengembangan Instrumen Tes Berorientasi *Education For Sustainable Development* (ESD) untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pemanasan Global

Vety Zahrotul Widad^{1*}, Wasis²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Email: vetyzahrotul910@gmail.com

Abstrak

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi tantangan kehidupan nyata. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menggunakan instrumen penilaian yang mendorong penerapan berpikir kritis dalam konteks kehidupan nyata. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen tes berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global. Instrumen tes dikembangkan berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Ennis yang dipadukan dengan tiga pilar ESD: sosial-budaya, lingkungan, dan ekonomi. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Teknik pengumpulan data meliputi validasi ahli, tes keterampilan berpikir kritis, dan angket respons peserta didik. Uji coba dilakukan kepada 35 peserta didik kelas XI dan diterapkan lebih lanjut pada 120 peserta didik kelas X di SMA Assa'adah. Hasil validasi ahli (logis) menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, dengan nilai *Percentage of Agreement* (PoA) sebesar 95% (isi), 97% (konstruksi), dan 90% (bahasa). Sementara itu, hasil validasi empiris melalui uji coba menunjukkan bahwa instrumen memiliki reliabilitas tinggi dengan nilai $r_{hitung} (0,877) > r_{tabel} (0,334)$, dengan tingkat kesukaran sedang dan daya pembeda cukup hingga baik. Profil keterampilan berpikir kritis peserta didik sebagian besar berada pada kategori sedang (29%), rendah (36%), dan sangat rendah (12%). Serta respons peserta didik terhadap instrumen sangat positif. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa instrumen tes yang dikembangkan layak digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam konteks pendidikan berkelanjutan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa instrumen tes berorientasi ESD efektif digunakan untuk mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan dalam pembelajaran fisika sekaligus mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu, instrumen ini direkomendasikan untuk diterapkan dalam proses pembelajaran dan penilaian yang berorientasi pada pendidikan berkelanjutan.

Kata kunci: Instrumen tes, keterampilan berpikir kritis, ESD, pemanasan global.

Abstract

Critical thinking skills are one of the 21st century competencies that students must have to face the challenges of real life. One of the efforts that can be made is to use assessment instruments that encourage the application of critical thinking in the context of real life. This study aims to develop an Education for Sustainable Development (ESD)-oriented test instrument to measure students' critical thinking skills on global warming material. The test instrument was developed based on critical thinking indicators according to Ennis combined with the three pillars of ESD: socio-cultural, environmental, and economic. This research used the Research and Development (R&D) method with the ADDIE development model. Data collection techniques included expert validation, critical thinking skills test, and learner response questionnaire. The pilot test was conducted on 35 students of grade XI and further applied to 120 students of grade X at

SMA Assa'adah. The results of expert validation (logical) show that the instrument developed has met the eligibility criteria, with Percentage of Agreement (PoA) values of 95% (content), 97% (construction), and 90% (language). Meanwhile, the results of empirical validation through trials show that the instrument has high reliability with a value of $r_{count} (0.877) > r_{table} (0.334)$, with moderate difficulty and sufficient to good differentiation. The profile of students' critical thinking skills is mostly in the medium (29%), low (36%), and very low (12%) categories. And students' responses to the instrument are very positive. Thus, it can be concluded that the developed test instrument is feasible to use to measure students' critical thinking skills in the context of sustainable education. The results of this study indicate that the ESD-oriented test instrument is effectively used to integrate sustainability issues in physics learning while encouraging the development of learners' critical thinking skills. Therefore, this instrument is recommended to be applied in the learning and assessment process that is oriented towards sustainable education.

Keywords: Test instrument, critical thinking skills, ESD, global warming

Histori Naskah

Diserahkan: 8 Juli 2025

Direvisi: 19 Juli 2025

Diterima: 21 Juli 2025

How to cite:

Widad, V. Z., Wasis. (2025). Pengembangan Instrumen Tes Berorientasi *Education For Sustainable Development* (ESD) untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pemanasan Global. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 14 (3), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx>.

PENDAHULUAN

Fisika sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam memiliki peran sentral dalam menjelaskan berbagai fenomena alam yang terjadi di sekitar kita. Ilmu fisika tidak hanya mengandalkan aspek teoritis, tetapi juga menekankan pentingnya pendekatan ilmiah dalam memahami gejala fisik. Dalam proses pembelajarannya, fisika mengintegrasikan tiga dimensi utama, yaitu fisika sebagai produk pengetahuan (*a body of knowledge*), proses ilmiah (*a way of investigating*), dan sikap ilmiah (*a way of thinking*) (Fidela, 2023). Salah satu unsur penting dari sikap ilmiah tersebut adalah keterampilan berpikir kritis yang esensial dalam mengembangkan proses berpikir rasional dan logis.

Keterampilan berpikir kritis merupakan bagian dari kompetensi abad ke-21 yang sangat penting untuk dimiliki peserta didik dalam menghadapi tantangan kehidupan nyata yang kompleks dan dinamis. Bersama keterampilan kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, berpikir kritis tergolong dalam kategori keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking skills* (Rahardhian, 2022). Dalam konteks ini, peserta didik dituntut untuk mampu menginterpretasi informasi, mengevaluasi argumen, dan mengajukan solusi berdasarkan logika yang dapat dipertanggungjawabkan.

Sebagai upaya menyesuaikan sistem pendidikan nasional dengan tuntutan global, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) Republik Indonesia telah mengarahkan kebijakan pendidikan untuk memperkuat kompetensi abad ke-21. Salah satu kebijakannya adalah penguatan pembelajaran berbasis kompetensi, yang mencakup keterampilan berpikir kritis, kreatif, inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi (Kemendikbud, 2020). Sistem pendidikan diharapkan dapat mencetak lulusan yang tidak hanya cerdas secara akademik tetapi juga adaptif terhadap tantangan sosial, ekonomi, dan lingkungan yang berkembang.

Namun, implementasi kebijakan tersebut masih menghadapi berbagai kendala di lapangan. Penelitian yang dilakukan oleh Sundari & Sarkity (2021) menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik di Indonesia belum menunjukkan penguasaan keterampilan berpikir kritis yang memadai. Hal ini didukung pula oleh hasil survei PISA tahun 2022, di mana Indonesia berada di peringkat 66 dari 81 negara dalam bidang sains (OECD, 2023). Padahal, soal-soal PISA dirancang untuk menilai kemampuan peserta didik dalam menganalisis informasi dan menyelesaikan masalah secara kritis (Rosmalinda *et al.*, 2021).

Beberapa studi empiris lainnya memperkuat temuan rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian oleh Saphira *et al.* (2022) pada materi medan magnet menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis masih tergolong rendah dengan skor rata-rata hanya 1,02 dari skala 5. Ardiyanti & Nuroso (2021) dalam penelitiannya pada materi fluida statis menyatakan bahwa lebih dari 85% peserta didik berada dalam kategori sangat rendah. Sementara itu, pada materi energi terbarukan, hanya 37,21% peserta didik yang mampu memberikan penjelasan lanjutan secara logis (Amelia & Chusni, 2024).

Salah satu penyebab utama rendahnya kemampuan berpikir kritis adalah belum optimalnya penggunaan instrumen tes yang mampu mengukur dan melatih keterampilan tersebut. Guru cenderung menggunakan soal pilihan ganda dan esai konvensional yang hanya mengukur pengetahuan dasar, bukan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Yuliantaningrum *et al.*, 2020; Mappalesye *et al.*, 2021). Hasil wawancara pra-penelitian di SMA Assa'adah juga menunjukkan bahwa guru jarang menggunakan soal yang difokuskan pada indikator keterampilan berpikir kritis secara eksplisit, terutama dalam konteks pembelajaran fisika. Dalam merancang instrumen berpikir kritis, Ennis (1985) telah mengembangkan lima indikator utama, yaitu memberikan penjelasan sederhana (*basic clarification*), menentukan dasar keputusan (*the basis for decision*), menarik kesimpulan (*inference*), memberikan penjelasan lanjutan (*advanced clarification*), dan melakukan prediksi atau integrasi (*supposition and integration*) (Wijayanti & Siswanto, 2020). Namun, berdasarkan hasil pra-penelitian, indikator-indikator tersebut masih belum sepenuhnya diimplementasikan dalam penilaian pembelajaran fisika di sekolah, khususnya di SMA Assa'adah. Untuk menjawab permasalahan tersebut, perlu dikembangkan instrumen tes yang tidak hanya mengukur keterampilan berpikir kritis, tetapi juga mengorientasikan konteks dunia nyata. Dalam hal ini, pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) sangat relevan jika dikaitkan dengan konteks kehidupan sehari-hari. ESD merupakan pendekatan pembelajaran yang diperkenalkan oleh UNESCO dan bertujuan membekali peserta didik dengan keterampilan memecahkan masalah yang memperhatikan dampak lingkungan, sosial-budaya, dan ekonomi (UNESCO, 2022). ESD menekankan pentingnya menghubungkan konsep akademik dengan isu-isu nyata guna melatih peserta didik berpikir kritis dan bertindak berkelanjutan.

Instrumen tes yang berorientasi pada ESD dapat mendorong peserta didik mengembangkan pola pikir reflektif terhadap isu-isu kehidupan sehari-hari, seperti pemanasan global, krisis energi, dan perubahan iklim. Dalam konteks pembelajaran fisika, khususnya pada topik pemanasan global, penggunaan stimulus berupa

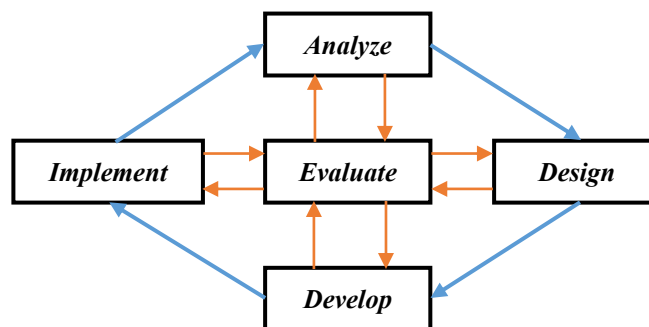
infografis, studi kasus, atau data lingkungan dapat memicu keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui proses analisis, evaluasi, dan penyusunan solusi berkelanjutan (Widarti & Roshayanti, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes berorientasi ESD bukan hanya sarana evaluasi, tetapi juga sebagai alat edukatif untuk mengembangkan kesadaran keberlanjutan.

Bentuk soal esai dipilih dalam pengembangan instrumen tes ini, karena dinilai lebih efektif dan memungkinkan peserta didik mengemukakan pendapat secara bebas serta mendalam. Berbeda dengan soal pilihan ganda, soal esai memungkinkan eksplorasi ide yang lebih luas dan reflektif, yang sangat sesuai dengan prinsip-prinsip ESD. Meskipun demikian, hingga saat ini belum banyak penelitian di Indonesia yang mengembangkan instrumen tes esai fisika berorientasi ESD untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik secara komprehensif. Oleh karena itu, pengembangan instrumen tes ini sangat penting sebagai kontribusi terhadap peningkatan kualitas penilaian pendidikan di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen tes berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global. Berbeda dari penelitian terdahulu yang hanya mengembangkan instrumen tes dengan menggunakan indikator Ennis secara konvensional, penelitian ini menekankan analisis peserta didik terhadap solusi nyata berdasarkan aspek sosial-budaya, lingkungan, dan ekonomi, sehingga menghasilkan instrumen tes yang tidak hanya mengukur keterampilan berpikir kritis, tetapi juga membangun kesadaran peserta didik terhadap kehidupan berkelanjutan.

METODE

Pada penelitian ini termasuk dalam penelitian *Research and Development* (R&D), dengan mengacu pada model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Branch (2009) yang terdiri dari lima tahapan yaitu *Analyze* (analisis), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), *Implement* (penerapan), dan *Evaluate* (evaluasi).



Gambar 1. Desain Penelitian Model ADDIE (Branch, 2009)

Dalam penelitian ini, setiap tahapan dalam model pengembangan ADDIE saling berkaitan dan membentuk siklus yang berkesinambungan. Tahap *Analyze* dilakukan dengan analisis kebutuhan, materi, dan kurikulum. Pada tahap *Design* dilakukan dengan merancang indikator-indikator soal berdasarkan keterampilan berpikir kritis dan aspek ESD, naskah soal, pedoman penskoran, dan angket respons peserta didik. Pada tahap *Develop* dilakukan uji validitas kepada validator ahli untuk mengetahui validitas logis. Selain itu, dilakukan juga uji coba terbatas terhadap peserta didik untuk mengetahui validitas empiris butir soal. Selanjutnya, tahap *Implement* dilakukan uji coba luas terhadap peserta didik untuk memperoleh profil keterampilan berpikir kritis. Tahap terakhir, yaitu *Evaluate*, dilakukan dengan memberikan angket respons kepada peserta didik sebagai bentuk refleksi sekaligus untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap instrumen tes yang dikembangkan. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan analisis data hasil uji coba instrumen, meliputi uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, daya pembeda, serta distribusi kemampuan berpikir kritis peserta didik, guna menilai efektivitas dan kelayakan instrumen secara menyeluruh.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis deskriptif kuantitatif. Validitas logis instrumen tes dilakukan oleh tiga validator ahli untuk memberi validasi instrumen berdasarkan isi, konstruksi dan bahasa. Selain itu, validator juga dapat memberi saran terhadap instrumen yang dikembangkan. Penilaian validitas logis dilakukan menggunakan skala Likert, pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Likert

Skor	Kriteria
4	Sangat Valid
3	Valid
2	Cukup Valid
1	Kurang Valid

(Sugiyono, 2017).

Berdasarkan Tabel 1, instrumen yang dikembangkan akan dinyatakan valid jika memperoleh skor minimal masuk dalam kriteria “valid”. Skor yang didapatkan dari ketiga validator, selanjutnya dihitung persentase kecocokan dari tiap validator menggunakan Persamaan 1.

$$Percentage\ of\ Agreement = 100\% \times \left(1 - \frac{A-B}{A+B}\right) \quad (1)$$

Setelah dinyatakan layak secara logis, selanjutnya instrumen tes akan diujicobakan secara terbatas kepada 35 peserta didik kelas XI SMA Assa’adah. Data hasil ujicoba terbatas tersebut dianalisis menggunakan *microsoft excel* untuk mengetahui validitas empiris butir soal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Validitas empiris butir soal dianalisis menggunakan persamaan korelasi product moment.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (2)$$

Keterangan :

- r_{xy} = Koefisien korelasi tiap item butir soal
- N = Banyaknya responden uji coba
- X = Jumlah skor item
- Y = Jumlah skor total

Untuk menginterpretasikan koefisien validasi digunakan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Koefisien Validasi

Angka Korelasi (r_{xy})	Kriteria
$0,81 < r \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,61 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,21 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto,2018).

Selanjutnya, reliabilitas tes bentuk esai diukur dengan rumus koefisien *Alpha Cronbach*, menggunakan Persamaan 3.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2}\right) \quad (3)$$

Keterangan :

- r_{11} = Nilai Reliabilitas
- n = Banyak item soal
- $\sum \sigma_i^2$ = Jumlah varians skor butir soal
- σ^2 = Varians total

Untuk menginterpretasikan kriteria reliabilitas sesuai pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Reliabilitas

Koefisien Korelasi	Kriteria
$0,81 < r \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,61 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,21 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto,2018).

Tingkat kesukaran suatu soal uraian menurut Riduwan (2015) dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

$$TK = \frac{\frac{\sum X}{N}}{\text{Skor maksimal tiap butir soal}} \quad (4)$$

Keterangan :

TK : Taraf kesukaran

$\sum X$: Jumlah skor peserta didik tiap butir soal

N : Jumlah peserta didik

Kategori kriteria tingkat kesukaran setiap butir soal pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Taraf Kesukaran

Taraf Kesukaran	Kriteria
0,00 – 0,30	Sukar
0,31– 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

(Riduwan, 2015).

Daya pembeda butir soal merupakan kemampuan suatu instrumen tes dalam membedakan peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dengan peserta didik yang memiliki kemampuan rendah (Arikunto, 2018).

Koefisien indeks daya pembeda dapat dihitung menggunakan Persamaan 5, dengan kriteria daya pembeda butir soal pada Tabel 5.

$$DP = \frac{\bar{X} K_A - \bar{X} K_B}{\text{Skor maksimal tiap butir soal}} \quad (5)$$

Keterangan :

DP : Indeks daya pembeda pada soal ke-n

$\bar{X} K_A$: Rata-rata peserta didik kelompok atas soal ke-n

$\bar{X} K_B$: Rata-rata peserta didik kelompok bawah soal ke-n

Tabel 5. Kriteria Daya Pembeda Butir Soal

Indeks Daya Pembeda	Kriteria
Negatif	Sangat Lemah
0,00 – 0,20	Lemah
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Sangat Baik

(Arikunto, 2018).

Selain analisis yang telah disebutkan sebelumnya, data hasil pengerjaan instrumen tes keterampilan berpikir kritis oleh peserta didik juga dimanfaatkan untuk membuktikan efektivitas instrumen yang dikembangkan melalui analisis deskriptif kuantitatif dengan meninjau nilai akhir yang diperoleh peserta didik. Profil keterampilan berpikir kritis pada masing-masing kategori keterampilan berpikir kritis diperoleh dengan menentukan persentase keterampilan berpikir kritis menggunakan Persamaan 6.

$$\text{Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \quad (6)$$

Persentase penguasaan keterampilan berpikir kritis yang dicapai peserta didik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis

Rentang nilai (%)	Kategori
$0 < x \leq 39$	Sangat Rendah
$40 < x \leq 55$	Rendah
$56 < x \leq 65$	Cukup
$66 < x \leq 79$	Tinggi
$80 < x \leq 100$	Sangat Tinggi

(Sugiyono,2017).

Untuk evaluasi dilakukan analisis angket respons peserta didik yang dinilai berdasarkan skala guttman yang mengacu pada Tabel 7.

Tabel 7. Skor Skala Guttman

Jawaban	Skor
Ya	1
Tidak	0

Angket respons peserta didik dianalisis dengan menghitung persentase jawaban respon tiap kategori pertanyaan, seperti penyampaian soal dan materi. Hasil angket respons peserta didik dianalisis menggunakan deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mendeskripsikan persentase tiap kategori pertanyaan. Untuk menghitung persentasenya dapat menggunakan Persamaan 3.5.

$$P = \frac{F}{N} \times 100\% \tag{7}$$

Keterangan :

P = Persentase jawaban peserta didik

F = Jumlah peserta didik dengan jawaban Ya

N = Jumlah peserta didik

Dengan demikian dalam penelitian ini, instrumen penilaian yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Persentase Respons Peserta Didik

Persentase (%)	Kriteria
$0 < x \leq 20$	Sangat Kurang Baik
$21 < x \leq 40$	Kurang Baik
$41 < x \leq 60$	Cukup Baik
$61 < x \leq 80$	Baik
$81 < x \leq 100$	Sangat Baik

(Sugiyono, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Analyze* (Analisis)

Tahap awal dalam pengembangan instrumen tes ini diawali dengan analisis kebutuhan yang mencakup studi pustaka dan wawancara guru fisika di SMA Assa’adah. Hasil studi pustaka menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis sangat penting bagi peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan secara logis dan rasional (Sundari & Sarkity, 2021; Saphira *et al.*, 2022). Namun, hasil PISA Indonesia sejak 2006 hingga 2022 menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis masih tergolong rendah (OECD, 2023). Wawancara dengan guru menunjukkan bahwa belum tersedia instrumen penilaian khusus untuk mengukur keterampilan berpikir kritis secara sistematis, sehingga diperlukan pengembangan instrumen tes yang relevan.

Selanjutnya, analisis kurikulum dilakukan dengan mengacu pada implementasi Kurikulum Merdeka di SMA Assa’adah. Kurikulum ini memberikan fleksibilitas bagi guru untuk merancang pembelajaran sesuai kebutuhan peserta didik, termasuk dalam membangun keterampilan berpikir kritis melalui materi kontekstual. Pada materi pemanasan global, capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan mencerminkan integrasi prinsip-prinsip keberlanjutan dan profil pelajar Pancasila seperti bernalar kritis dan berwawasan global (Rahmadayanti, 2022). Hal ini memberikan landasan kuat bagi guru untuk mengembangkan instrumen tes yang tidak hanya menilai aspek kognitif, tetapi juga mendukung pembentukan karakter dan kecakapan abad ke-21.

Terakhir, analisis materi difokuskan pada pemilihan topik pemanasan global sebagai konten utama instrumen. Materi ini dipilih karena berkaitan erat dengan isu-isu keberlanjutan dari sisi lingkungan, sosial-budaya, dan ekonomi, serta memberi peluang luas untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui analisis fenomena, interpretasi data, dan pemecahan masalah. Capaian pembelajaran yang mendukung SDGs dan keterampilan bernalar kritis menjadi dasar dalam menyusun butir soal yang berorientasi ESD. Oleh karena itu, hasil dari ketiga jenis analisis ini menunjukkan bahwa kondisi dan komponen pembelajaran telah mendukung untuk dilanjutkan ke tahap perancangan instrumen tes.

Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap perancangan, instrumen tes dikembangkan dalam bentuk soal uraian karena bentuk ini dinilai paling tepat untuk mengukur keterampilan berpikir kritis secara mendalam. Menurut Ennis (1985), soal uraian

mampu merepresentasikan indikator berpikir kritis secara lebih menyeluruh dibandingkan soal pilihan ganda. Hal ini diperkuat oleh Ismail (2020) yang menyatakan bahwa soal uraian memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengungkapkan pemikiran secara runtut, logis, dan sistematis. Oleh karena itu, seluruh butir dalam instrumen tes ini dirancang dalam bentuk uraian.

Selanjutnya, dilakukan penyusunan kisi-kisi instrumen yang mencakup indikator soal, indikator keterampilan berpikir kritis, komponen *Education for Sustainable Development* (ESD), butir soal, serta rambu-rambu jawaban. Pemilihan sub-indikator didasarkan pada kesesuaian dengan indikator berpikir kritis menurut Ennis dan keterkaitannya dengan tiga aspek ESD, yaitu lingkungan, sosial-budaya, dan ekonomi. Selain itu, disusun pula pedoman penskoran dan angket respons peserta didik. Berdasarkan hasil penyesuaian, dikembangkan sepuluh butir soal uraian berbasis stimulus, dengan dua soal untuk setiap indikator berpikir kritis yang telah ditetapkan.

Tahap Develop (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan validasi instrumen oleh para ahli untuk memastikan kelayakan instrumen yang dikembangkan. Validator yang dilibatkan terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Negeri Surabaya dan satu guru fisika SMA Assa'adah Bungah Gresik. Selain validasi ahli, dilakukan uji coba terbatas instrumen kepada 35 peserta didik kelas XI guna memperoleh data empiris. Instrumen tes dinyatakan layak digunakan apabila memenuhi kriteria validitas, baik secara logis maupun empiris. Oleh karena itu, pada tahap ini diperoleh instrumen tes berorientasi ESD yang siap digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global.

Validitas logis pada instrumen tes ini diperoleh melalui penilaian oleh tiga validator ahli. Penilaian dilakukan dengan mengacu pada tiga aspek utama, yaitu aspek isi, konstruksi, dan bahasa. Untuk menentukan kriteria kelayakan pada masing-masing aspek, digunakan modus dari skor yang diberikan oleh ketiga validator. Selanjutnya, skor hasil penilaian tersebut dihitung persentase kecocokan atau *Percentage of Agreement* (PoA) dari masing-masing validator untuk mengetahui tingkat validitas instrumen. Data hasil perhitungan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Validitas Instrumen Tes

Aspek Penilaian	Modus	PoA (%)	Kriteria
Ranah Isi	4	95	Sangat Valid
Ranah Konstruksi	4	97	Sangat Valid
Ranah Bahasa	4	90	Sangat Valid

Hasil validasi logis menunjukkan bahwa instrumen tes keterampilan berpikir kritis berorientasi ESD yang dikembangkan memperoleh skor modus 4 pada aspek isi, konstruksi, dan bahasa, yang seluruhnya termasuk dalam kategori sangat valid. Hal ini sejalan dengan pendapat Arikunto (2018) yang menyatakan bahwa suatu instrumen tes dapat dikatakan valid apabila disusun secara sejajar atau selaras dengan materi pembelajaran. Pada aspek isi, soal dinilai telah selaras dengan capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka serta relevan dengan tujuan pembelajaran dan materi yang telah dipelajari oleh peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen secara substansi telah sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai. Dari sisi konstruksi, soal dirancang secara sistematis, jelas, dan tidak mengarahkan pada satu jawaban tertentu, tetapi mendorong peserta didik untuk bernalar kritis. Petunjuk pengerjaan dan pedoman penskoran yang disusun dengan baik turut mendukung kejelasan dan keobjektifan penilaian.

Pada aspek bahasa, penulisan soal menggunakan kalimat yang sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik dan bebas dari ambiguitas, sehingga mampu menyampaikan maksud soal secara efektif. Selain itu, hasil penilaian para validator dianalisis menggunakan rumus *Percentage of Agreement* (PoA) untuk mengukur kesesuaian penilaian antarvalidator. Persentase PoA yang diperoleh sebesar 95% untuk aspek isi, 97% untuk aspek konstruksi, dan 90% untuk aspek bahasa, yang seluruhnya memenuhi kriteria validitas tinggi dan reliabel, sesuai dengan kriteria oleh Borich (1994).

Selain melakukan validasi terhadap instrumen tes, penelitian ini juga melakukan validasi angket respons peserta didik. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata *Percentage of Agreement* (PoA) melebihi 75%, yang berarti memenuhi kriteria validitas yang tinggi. Sehingga, secara keseluruhan hasil validitas logis yang dilakukan menunjukkan bahwa baik instrumen tes keterampilan berpikir kritis berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) maupun angket respons peserta didik telah memenuhi kriteria valid dari aspek isi, konstruksi, dan bahasa.

Hasil ini diperkuat oleh temuan dalam penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Mahanal *et al.* (2019), yang mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis ESD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan menemukan bahwa integrasi ESD secara eksplisit dalam penilaian mampu meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap isu-isu keberlanjutan serta memperkuat kemampuan bernalar kritis. Serupa dengan penelitian ini, Suastra *et al.*, (2017) juga menunjukkan bahwa soal yang dikembangkan dengan stimulus kontekstual dan menuntut kemampuan analisis menghasilkan validitas dan reliabilitas tinggi serta respons positif dari peserta didik. Dengan demikian, hasil validasi logis dalam penelitian ini tidak hanya mendukung kelayakan instrumen secara teoritis, tetapi juga konsisten dengan hasil penelitian terdahulu yang menegaskan pentingnya keterpaduan antara berpikir kritis, konteks dunia nyata, dan prinsip ESD dalam instrumen penilaian.

Setelah melalui proses telaah dan validasi oleh tiga validator ahli, instrumen tes yang dikembangkan direvisi berdasarkan saran dan masukan yang diberikan. Selanjutnya, 10 butir soal hasil revisi digunakan dalam uji coba terbatas kepada 35 peserta didik kelas XI SMA Assa'adah guna memperoleh validitas empiris butir soal, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *microsoft excel*, didapatkan hasil pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Coba Terbatas Instrumen Tes

No. Butir Soal	Validitas Butir Soal	Reliabilitas	Tingkat Kesukaran Butir Soal	Daya Pembeda Butir Soal	Keterangan
1	0,515	0,877	0,600	0,222	Layak digunakan
2	0,551		0,634	0,267	Layak digunakan
3	0,810		0,577	0,511	Layak digunakan
4	0,739		0,623	0,422	Layak digunakan
5	0,757		0,611	0,556	Layak digunakan
6	0,785		0,594	0,578	Layak digunakan
7	0,633		0,617	0,311	Layak digunakan
8	0,833		0,543	0,533	Layak digunakan
9	0,417		0,583	0,222	Layak digunakan
10	0,761		0,520	0,578	Layak digunakan

Hasil analisis validitas empiris menunjukkan bahwa seluruh butir soal dalam instrumen tes keterampilan berpikir kritis berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) telah memenuhi kriteria validitas berdasarkan hasil uji coba terbatas kepada 35 peserta didik kelas XI. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Arikunto (2018), suatu butir soal dikatakan valid apabila nilai r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} . Dalam penelitian ini, nilai r_{hitung} dari masing-masing butir soal berkisar antara 0,417 hingga 0,833, yang seluruhnya lebih besar dari nilai r_{tabel} (0,334) pada taraf signifikansi 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa seluruh butir soal valid secara empiris. Tingkat validitas butir soal diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu cukup (3 soal), tinggi (5 soal), dan sangat tinggi (2 soal). Perbedaan ini menunjukkan adanya variasi kualitas soal yang kemungkinan dipengaruhi oleh tingkat kesulitan soal maupun konteks stimulus yang digunakan.

Tiga butir soal dengan validitas kategori cukup mencakup materi analisis penyebab pemanasan global, solusi penanganan dampaknya, serta pengaruhnya terhadap kesehatan masyarakat. Menurut Zubaidah (2017), tingkat validitas soal dapat dipengaruhi oleh sejauh mana peserta didik dapat mengaitkan konteks soal dengan pengetahuan atau pengalaman sebelumnya. Soal-soal ini tergolong cukup sulit bagi peserta didik, yang menyebabkan skor jawaban relatif rendah dan memengaruhi nilai validitasnya. Meskipun demikian, ketiga soal tetap dianggap layak digunakan karena telah memenuhi batas minimum validitas dan dapat menjadi dasar perbaikan di tahap pengembangan selanjutnya, seperti memperjelas stimulus, instruksi, atau konteks soal agar lebih sesuai dengan pengalaman peserta didik (Suastra *et al.*, 2017).

Uji reliabilitas instrumen menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat konsistensi yang tinggi, dengan nilai reliabilitas sebesar 0,877. Nilai ini lebih besar dari r_{tabel} (0,334), sehingga memenuhi kriteria instrumen yang reliabel. Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen dapat menghasilkan data yang stabil dan konsisten jika digunakan kembali dalam kondisi serupa. Menurut Arikunto (2018), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat reliabilitas suatu instrumen. Tingginya reliabilitas ini dapat dikaitkan dengan kejelasan petunjuk soal, keterpaduan indikator berpikir kritis, dan stimulus yang relevan dengan konteks nyata kehidupan. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Mustika *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa soal berbasis konteks

lingkungan dan dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi cenderung memiliki reliabilitas tinggi karena mendorong respons yang konsisten antar peserta didik.

Analisis tingkat kesukaran menunjukkan bahwa seluruh 10 butir soal berada dalam kategori sedang, dengan nilai kesukaran antara 0,520 hingga 0,634. Ini menunjukkan bahwa soal tidak terlalu mudah atau terlalu sulit, sehingga mampu mendorong peserta didik berpikir secara mendalam sekaligus mempertahankan motivasi dalam mengerjakan soal. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian Rahardhian (2022), yang menunjukkan bahwa soal-soal fisika berbasis ESD dengan konteks kehidupan sehari-hari cenderung memiliki tingkat kesukaran sedang karena tetap menantang namun masih dapat dijangkau oleh sebagian besar peserta didik. Tingkat kesukaran yang seimbang ini penting agar instrumen mampu mengungkap kemampuan berpikir kritis secara optimal dalam konteks pembelajaran fisika tentang pemanasan global.

Dari sisi daya pembeda, hasil analisis menunjukkan bahwa 4 butir soal berada dalam kategori cukup, sedangkan 6 butir lainnya termasuk dalam kategori baik. Nilai daya pembeda berkisar antara 0,222 hingga 0,578, yang menunjukkan bahwa instrumen ini mampu membedakan dengan baik antara peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah. Hasil ini sejalan dengan temuan Mahanal *et al.* (2019), yang menyebutkan bahwa soal yang berbasis isu-isu keberlanjutan mendorong munculnya variasi jawaban, sehingga efektif dalam membedakan tingkat berpikir kritis antar peserta didik.

Secara keseluruhan, hasil analisis validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan tergolong valid dan reliabel serta memiliki kualitas soal yang baik. Oleh karena itu, instrumen ini layak digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global yang berorientasi pada ESD.

Tahap Implement (penerapan)

Pada tahap ini dilakukan implementasi instrumen tes keterampilan berpikir kritis berorientasi ESD pada materi pemanasan global yang telah dinyatakan valid secara teoritis maupun empiris. Implementasi dilakukan di SMA Assa'adah dengan melibatkan 120 peserta didik kelas X-1, X-2, X-3, dan X-9. Tujuan dari pelaksanaan ini adalah untuk memperoleh profil keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan instrumen yang telah dikembangkan. Hasil data profil keterampilan berpikir kritis peserta didik ditampilkan pGambar 2.



Gambar 2. Grafik Profil Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.

Berdasarkan gambar 2, hasil data profil keterampilan berpikir kritis memperoleh hasil yang beragam, yaitu sebanyak 12% (15 peserta didik) tergolong dalam kategori sangat rendah, 36% (43 peserta didik) berada pada kategori rendah, 29% (35 peserta didik) dalam kategori sedang, 17% (20 peserta didik) pada kategori tinggi, dan 6% (7 peserta didik) berada pada kategori sangat tinggi.

Secara teoritis, hasil ini sejalan dengan temuan PISA (OECD, 2023) yang menyatakan bahwa peserta didik Indonesia masih mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis, terutama dalam konteks sains. Hal ini dapat disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang masih berfokus pada hafalan dan penguasaan konsep semata, bukan pada pengembangan keterampilan berpikir mendalam (Zubaidah, 2017). Dalam konteks ini, peran instrumen penilaian sangat

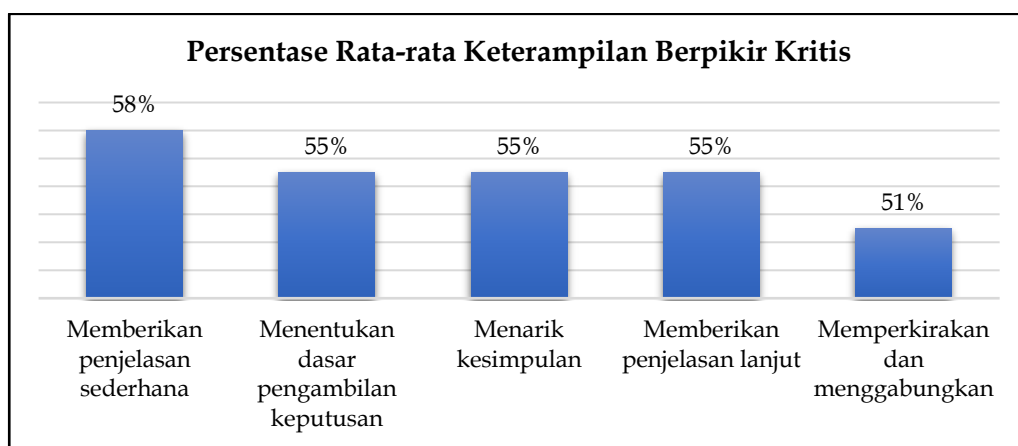
penting, karena menurut Ennis (1985), keterampilan berpikir kritis hanya dapat berkembang bila peserta didik secara eksplisit dilatih melalui aktivitas dan penilaian yang menuntut analisis, evaluasi, dan inferensi.

Lebih lanjut, keberagaman profil keterampilan berpikir kritis ini juga menunjukkan bahwa instrumen tes yang dikembangkan mampu mengungkap variasi kemampuan peserta didik secara efektif. Instrumen yang baik, menurut Nitko dan Brookhart (2014), tidak hanya membedakan peserta didik berdasarkan tingkat penguasaan materi, tetapi juga menggambarkan sejauh mana peserta dapat berpikir logis, rasional, dan reflektif dalam menyelesaikan masalah kontekstual. Dalam hal ini, penggunaan pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam penyusunan soal terbukti memberikan tantangan intelektual sekaligus relevansi kehidupan nyata, yang mendorong peserta didik berpikir lebih kritis.

Hasil ini juga didukung oleh penelitian Mahanal *et al.* (2019), yang menunjukkan bahwa penggunaan instrumen pembelajaran dan penilaian berbasis ESD dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis secara bertahap. Ketika peserta didik dihadapkan pada isu-isu nyata seperti perubahan iklim, krisis air, dan konsumsi berkelanjutan, mereka menunjukkan kemampuan lebih baik dalam mengidentifikasi masalah, mengevaluasi argumen, dan merumuskan solusi. Demikian pula, penelitian Suastra *et al.* (2017) menunjukkan bahwa konteks lokal dan isu lingkungan dapat meningkatkan daya tarik soal serta meningkatkan kedalaman berpikir peserta didik, terutama dalam pembelajaran sains.

Meskipun sebagian besar peserta didik masih berada pada kategori rendah hingga sedang, keberadaan peserta didik dengan keterampilan berpikir kritis tinggi hingga sangat tinggi (23%) menunjukkan adanya potensi besar yang dapat dikembangkan melalui pendekatan pembelajaran dan penilaian yang lebih inovatif dan reflektif. Menurut Facione (2015), keberhasilan pengembangan berpikir kritis sangat bergantung pada keterpaduan antara strategi pengajaran, konteks belajar yang bermakna, serta dukungan lingkungan yang memungkinkan eksplorasi ide secara mendalam. Oleh karena itu, temuan ini mendukung pentingnya implementasi instrumen berorientasi ESD secara lebih luas, baik sebagai alat ukur maupun sebagai sarana pembelajaran untuk mendorong transformasi pendidikan menuju pembelajaran yang lebih kritis dan berkelanjutan.

Adapun hasil analisis lebih lanjut mengenai keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan masing-masing indikator disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Rata-rata Peserta Didik Berdasarkan Indikator Berpikir Kritis

Gambar 3, menyajikan data persentase rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan lima indikator yang digunakan dalam instrumen tes berorientasi ESD. Indikator pertama, *Basic Clarification* (memberikan penjelasan sederhana), memperoleh persentase tertinggi yaitu sebesar 58%. Indikator kedua, *The Bases for a Decision* (menentukan dasar pengambilan keputusan) sebesar 55%, sama halnya dengan indikator ketiga, *Inference* (menarik kesimpulan), dan indikator keempat, *Advanced Clarification* (memberikan penjelasan lanjut), juga menunjukkan persentase sebesar 55%. Sementara itu, indikator kelima, *Supposition and Integration* (memperkirakan dan menggabungkan informasi), menunjukkan persentase terendah sebesar 51%.

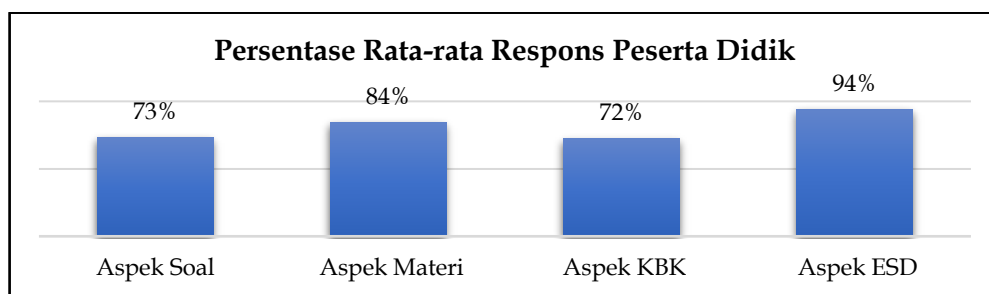
Hasil ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki keterampilan berpikir kritis yang paling tinggi pada indikator *Basic Clarification*. Artinya, peserta didik relatif lebih mampu mengidentifikasi dan menyampaikan

informasi dasar secara jelas dan tepat. Sebaliknya, keterampilan berpikir kritis yang paling rendah terdapat pada indikator *Supposition and Integration*, yang menuntut peserta didik untuk memprediksi, menyusun hipotesis, dan mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber untuk menghasilkan suatu keputusan atau solusi.

Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan pola capaian serupa. Penelitian yang dilakukan oleh Sulasih *et al.* (2022), Umami *et al.* (2021), serta Susilowati *et al.* (2020), juga menemukan bahwa peserta didik cenderung memperoleh skor yang rendah pada indikator kelima, sementara indikator pertama menunjukkan capaian yang lebih tinggi. Kondisi ini dapat disebabkan oleh kurangnya latihan yang melibatkan aktivitas berpikir tingkat tinggi, khususnya dalam hal menggabungkan informasi secara analitis dan menyusunnya menjadi suatu kesimpulan atau keputusan yang tepat.

Tahap Evaluate (Evaluasi)

Setelah tahap penerapan instrumen tes dilakukan, dilanjutkan dengan tahap evaluasi melalui penyebaran angket respons peserta didik secara langsung setelah mereka menyelesaikan pengerjaan instrumen tes. Angket respons ini memuat pernyataan-pernyataan yang menggambarkan tanggapan peserta didik terhadap instrumen tes, yang dikategorikan ke dalam empat aspek, yaitu aspek soal, materi, keterampilan berpikir kritis, dan aspek ESD. Adapun hasil analisis respons peserta didik terhadap instrumen tes berdasarkan masing-masing aspek disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.



Gambar 4. Persentase Rata-rata Respons Peserta Didik Berdasarkan Aspek Yang Diamati.

Dari hasil analisis, diperoleh rata-rata persentase tanggapan "Ya" dari peserta didik sebesar 81% pada seluruh aspek. Menurut kriteria penilaian yang dikemukakan oleh Riduwan (2015), persentase tersebut menunjukkan bahwa respons peserta didik terhadap seluruh aspek termasuk dalam kategori positif. Respons positif ini mengindikasikan bahwa instrumen tersebut dinilai layak, efektif, dan dapat diterima oleh peserta didik.

Pada aspek soal, peserta didik memberikan respons positif dengan persentase sebesar 73%. Mereka merasa bahwa soal-soal berbasis ESD lebih menarik dan menantang dibanding soal-soal konvensional yang bersifat hafalan atau hitungan. Kejelasan instruksi, bahasa, serta ilustrasi pendukung seperti gambar dan grafik turut membantu peserta didik dalam memahami konteks permasalahan. Respons ini sejalan dengan hasil validasi ahli yang menyatakan bahwa instrumen telah dirancang sesuai prinsip berpikir kritis dan pembelajaran kontekstual. Sementara itu, aspek materi pemanasan global mendapatkan persentase tertinggi kedua sebesar 84%, yang menunjukkan bahwa soal tidak hanya mengukur pemahaman, tetapi juga memperkaya wawasan peserta didik mengenai isu-isu lingkungan secara kontekstual dan aplikatif.

Aspek keterampilan berpikir kritis memperoleh persentase sebesar 72%, yang menunjukkan bahwa instrumen mampu memfasilitasi kemampuan peserta didik dalam menganalisis informasi, menarik kesimpulan, dan mengambil keputusan berbasis data. Peserta didik merasa terlatih untuk menghubungkan fenomena nyata dengan konsep ilmiah, serta mempertimbangkan solusi berdasarkan logika dan bukti. Temuan ini konsisten dengan studi oleh Zubaidah *et al.* (2017), yang menemukan bahwa soal yang dirancang berdasarkan indikator berpikir kritis seperti klarifikasi, inferensi, dan evaluasi dapat meningkatkan keterampilan berpikir peserta didik secara signifikan.

Sedangkan pada aspek ESD, respons peserta didik sangat positif dengan persentase sebesar 94%. Soal-soal dinilai mampu menumbuhkan kesadaran akan dampak sosial, budaya, lingkungan, dan ekonomi dari suatu permasalahan, serta mendorong peserta didik untuk berpikir secara reflektif dan bertanggung jawab terhadap masa depan. Hal ini memperkuat pendapat UNESCO (2022) bahwa pendidikan berkelanjutan harus mampu membekali peserta didik dengan keterampilan untuk bertindak secara bertanggung jawab terhadap masa depan. Penilaian ini juga sejalan dengan hasil penelitian oleh Utami & Saputro (2021), yang menunjukkan bahwa

pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan nilai-nilai ESD mampu membentuk pola pikir reflektif dan sikap tanggung jawab sosial pada peserta didik.

Secara keseluruhan, tanggapan peserta didik memperkuat temuan bahwa instrumen tes keterampilan berpikir kritis berorientasi ESD tidak hanya valid dan reliabel secara teknis, tetapi juga efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kepedulian peserta didik terhadap isu-isu keberlanjutan. Temuan ini mendukung pandangan bahwa integrasi konsep ESD dalam pembelajaran fisika dapat menjadi pendekatan strategis untuk membentuk generasi yang sadar lingkungan dan mampu berpikir kritis dalam menghadapi tantangan global masa kini maupun mendatang.

Hasil meringkas temuan dari penelitian. Pada bagian ini, tidak perlu menuliskan hasil penelitian secara mendetail. Hasil juga dapat berasal dari analisis data (berupa tabel atau grafik) atau uji hipotesis. Data pada hasil digunakan untuk mendukung pembahasan.

Pembahasan merupakan bagian yang paling penting dalam artikel ilmiah. Bagian ini harus menjawab permasalahan, menginterpretasi hasil atau temuan penelitian ke dalam pengetahuan yang telah ada, mengkonfirmasi dan/atau mempertentangkan hasil penelitian dengan penelitian yang telah ada, menyusun teori baru, dan/atau memodifikasi teori yang telah ada.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis, instrumen tes keterampilan berpikir kritis berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) pada materi pemanasan global yang dikembangkan terbukti memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Instrumen ini dinyatakan valid secara logis maupun empiris, dengan nilai PoA sebesar 95% untuk ranah isi, 97% untuk ranah konstruksi, dan 90% untuk ranah bahasa, serta reliabilitas sebesar 0,877. Selain itu, seluruh butir soal memiliki tingkat kesukaran sedang dan daya pembeda cukup hingga baik, yang menunjukkan bahwa instrumen ini layak digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik secara akurat dan konsisten.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik masih berada pada kategori rendah hingga sedang dalam keterampilan berpikir kritis, dengan capaian tertinggi pada indikator Basic Clarification dan capaian terendah pada indikator Supposition and Integration. Meskipun demikian, respons peserta didik terhadap instrumen sangat positif, terutama pada aspek materi dan orientasi ESD. Hal ini mengindikasikan bahwa instrumen tidak hanya mampu mengukur kemampuan berpikir kritis, tetapi juga efektif dalam menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap isu-isu keberlanjutan.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, uji coba instrumen hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah peserta yang terbatas, sehingga generalisasi hasil masih bersifat lokal dan belum merepresentasikan keberagaman latar belakang peserta didik di wilayah lain. Kedua, keterampilan berpikir kritis yang diukur masih terbatas pada konteks topik pemanasan global, sehingga belum diketahui efektivitas instrumen apabila diterapkan pada topik fisika lainnya.

Meskipun terdapat keterbatasan, hasil penelitian ini memberikan dampak yang signifikan dalam memperkuat pentingnya pengembangan instrumen evaluasi yang tidak hanya mengukur aspek kognitif, tetapi juga selaras dengan nilai-nilai ESD dan keterampilan abad ke-21 yaitu berpikir kritis. Instrumen ini juga dapat digunakan oleh guru sebagai alat asesmen formatif maupun sumatif dalam pembelajaran fisika yang kontekstual dan transformatif. Selain itu, penggunaan instrumen ini dapat mendorong peserta didik untuk lebih kritis dan reflektif dalam menyikapi isu-isu global yang kompleks.

Sebagai rekomendasi, pengembangan dan implementasi instrumen serupa sebaiknya diperluas ke materi atau topik lain dalam pembelajaran fisika serta diuji pada konteks yang lebih beragam untuk mendapatkan gambaran efektivitas yang lebih luas. Guru dan pendidik juga disarankan untuk mengorientasikan soal-soal berbasis ESD dalam kegiatan pembelajaran secara berkelanjutan guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis sekaligus membentuk kesadaran terhadap keberlanjutan. Penelitian lanjutan juga dapat mengembangkan instrumen dengan pendekatan berbasis proyek untuk menjangkau dimensi pembelajaran yang lebih luas.

KONTRIBUSI PENULIS

Vety Zahrotul Widad: Data Curation, Project Administration, Methodology, Formal Analysis, Resources, dan Writing - Original Draft. **Wasis:** Conceptualization, Methodology, dan Validation. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiarasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, ChatGPT digunakan untuk *Brainstroming* ide, Grammarly untuk koreksi tata dan gaya bahasa, serta Scite untuk menganalisis konteks sitasi. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, N., & Chusni, M. M. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Fisika Pada Materi Energi Terbarukan. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(1), 248-252. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v4i1.1114>.
- Ardiyanti, F., & Nuroso, H. (2021). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MIPA dalam Pembelajaran Fisika. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 4(1), 21–26. <https://doi.org/10.46918/karst.v4i1.945>.
- Arikunto, S. (2018). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan, Edisi Ketiga*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Borich, G. D. (1994). *Observation Skills for Effective Teaching*. New York: McMillan Publishing Company.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach* (Vol. 722, 84). New York: Springer.
- Ennis, R. H. (1985). *Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement*. Washington: National Inst. of Education.
- Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment.
- Fidela, D. A., Rosidin, U., & Anggreini, A. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian Sikap Ilmiah pada Pembelajaran Fisika untuk Memetakan Minat Belajar Siswa di SMA Negeri 1 Menggala. *Visipena*, 14(1). <https://doi.org/10.46244/visipena.v14i1.2107>
- Ismail, M. I. (2020). *Evaluasi Pembelajaran : Konsep Dasar, Prinsip, Teknik, dan Prosedur*. Rajawali Pers.
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Bahri, A., & Dinnurriya, A. (2019). Training of Education for Sustainable Development (ESD) to Enhance Teachers' Critical Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032058>.
- Mappalesye, N., Sari, S. S., & Arafah, K. (2021). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 17(1), 69-82.
- Mustika, I. A., Zubaidah, S., & Mahanal, S. (2020). The Validity and Reliability of Critical Thinking Skills Instruments Based on Environmental Problem. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 62–71.
- Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2014). *Educational Assessment of Students* (7th ed.). Boston: Pearson.
- OECD. (2023). *PISA 2018 Results: Combined Executive Summaries*. Paris: OECD Publishing.
- Rahardhian, A. (2022). Kajian Kemampuan Berpikir Kritis (Critical Thinking Skill) Dari Sudut Pandang Filsafat. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 5(2), 87-94. <https://doi.org/10.23887/jfi.v5i2.42092>.

- Rahmadayanti, D., Zaini, M., & Kaspul, K. (2022). Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif: Pembelajaran Sistem Peredaran Darah Menggunakan LKPD-Elektronik. *Practice of The Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 1(2), 65-77. <https://doi.org/10.58362/hafecspost.v1i2.20>.
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rosmalinda, N., Syahbana, A., & Nopriyanti, T. D. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Soal-soal Tipe PISA. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 5(1), 483–496. <https://doi.org/10.36526/tr.v5i1.1185>.
- Saphira, H. V., Rizki, I. A., Alfarizy, Y., Saputri, A. D., Ramadani, R., & Suprpto, N. (2022). Profile of Students' Critical Thinking Skills in Physics Learning: A Preliminary Study of Games Application Integrated Augmented Reality. *Journal of Physics: Conference Series*, 2377(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2377/1/012088>.
- Suastra, I. W., Wibawa, I. M. C., & Astawa, I. N. (2017). Development of Problem-Based Learning Model with Science, Environment, Technology, and Society (SETS) Approach to Enhance Students' Critical Thinking. *Journal of Education and Practice*, 8(27).
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta.
- Sulasih, S., Mufidatik, M., & Fauziyah, N. (2022). Literasi dan Numerasi Pembelajaran Matematika Berbasis Masalah untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Sigma*, 7(2), 151-164. <http://doi.org/10.53712/sigma.v7i2.1396>
- Sundari, P. D., & Sarkity, D. (2021). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Suhu dan Kalor dalam Pembelajaran Fisika. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 149. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v4i2.11445>
- Susilowati, E., Hartini, S., Suyidno, S., Mayasari, T., & Winarno, N. (2020). Hubungan Antara Kemampuan Pemecahan Masalah Terhadap Ketrampilan Berpikir Kritis. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 5, No. 1, pp. 119-125).
- Umami, R., Rusdi, M., & Kamid, K. (2021). Pengembangan Instrumen Tes untuk Mengukur Higher Order Thinking Skills (HOTS) Berorientasi Programme for International Student Assessment (PISA) pada Peserta Didik. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)*, 7(1), 57-68. <https://doi.org/10.37058/jp3m.v7i1.2069>.
- Utami, D. R., & Saputro, S. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis ESD untuk menumbuhkan keterampilan abad 21. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(3), 391–401. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i3.21456>
- UNESCO. (2022). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: United Nations Educational.
- Widarti, R., & Roshayanti, F. (2021). Potensi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) berorientasi ESD (Education for Sustainable Development) dalam Pembelajaran Fluida. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 10(3), 290-295. <https://doi.org/10.15294/upej.v10i3.55702>.
- Wijayanti, R., & Siswanto, J. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sumber-Sumber Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 109-113. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.5533>.
- Yuliantaningrum, L. I. N. A., & Sunarti, T. (2020). Pengembangan Instrumen Soal Hots untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis, Berpikir Kreatif, dan Pemecahan Masalah Materi Gerak Lurus pada Peserta Didik SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(2), 76-82.
- Zubaidah, S., Fuad, N. M., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2017). Improving creative thinking skills of students through differentiated science inquiry integrated with mind map. *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 77–91. <https://doi.org/10.12973/tused.10214ja>