Inovasi Pendidikan Fisika
p-ISSN: 2302-4496
e-ISSN: 2830-3881

Vol 15, No 02, 55-73
https://doi.org/10.26740/ipf
jipf@unesa.ac.id

Pengembangan dan Validasi Instrumen Kreativitas Ilmiah dan Sikap *Eco-Religious* pada Materi Energi Terbarukan Berbasis *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL)

Lintang Virginia*, Mukhayyarotin Niswati Rodliyatul Jauhariyah, Isa Abdullah, Isybi Imadillah Al Siddiqiy, Miftakhul Aulia Ardani, Mochamad Charis Mustofa, Stefanus Nathaniel Reginal Kolondam

Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia
* Email: lintang.23123@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* diperlukan dalam pembelajaran fisika agar peserta didik mampu menghasilkan solusi energi secara kreatif sekaligus bertanggung jawab terhadap lingkungan. Namun, instrumen yang mengukur kedua aspek secara terpadu dalam pembelajaran *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL) masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi kualitas instrumen kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* pada materi energi terbarukan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan prosedur enam tahap yang merujuk pada kerangka pengembangan instrumen Setiawan et al., meliputi analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, validasi ahli, revisi, dan uji coba empiris. Instrumen terdiri atas 14 butir tes uraian yang mengukur tujuh indikator kreativitas ilmiah, yaitu *Unusual Uses, Problem Finding, Scientific Imagination, Product Improvement, Creative Science Problem Solving, Creative Experiment Designing,* dan *Creative Product Design*, serta 24 pernyataan sikap *eco-religious* yang mencakup *Respect for Nature, Moral Responsibility for Nature, Cosmic Solidarity,* dan *Caring for Nature*. Validasi melibatkan tiga ahli dan uji coba melibatkan 100 peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Gedangan. Penilaian ahli memperoleh modus 4 pada seluruh kriteria dan *Percentage of Agreement* 85,71%–100%. Seluruh butir memenuhi kriteria korelasi butir-total terkoreksi. Reliabilitas skor total kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* masing-masing sebesar 0,879 dan 0,955. Pada kreativitas ilmiah, lima dari tujuh indikator mencapai koefisien Spearman–Brown ≥0,70, sedangkan *Creative Science Problem Solving* (0,66) dan *Creative Product Design* (0,48) belum mencapai kriteria tersebut; butir 13 juga memiliki daya pembeda rendah (0,185). Keempat dimensi sikap *eco-religious* menunjukkan reliabilitas 0,851–0,874, tetapi 60,3% respons berada pada skor tertinggi yang mengindikasikan efek plafon. Temuan ini memberikan bukti awal kualitas instrumen. Instrumen dapat dimanfaatkan untuk asesmen formatif dan pemetaan awal kreativitas ilmiah serta sikap *eco-religious* dalam pembelajaran fisika berbasis SCEL, dengan tetap memperhatikan revisi butir dan pengujian struktur konstruk pada sampel yang lebih beragam.

Kata kunci: kreativitas ilmiah, *eco-religious*, instrumen penilaian, energi terbarukan, SCEL.

Development and Validation of Scientific Creativity and Eco-Religious Attitude Instruments for Renewable Energy Learning Based on Scientific Creativity Eco-Religious Learning (SCEL)

Abstract

Scientific creativity and eco-religious attitudes are essential in physics learning to enable students to develop creative energy solutions while demonstrating environmental responsibility. However, assessment instruments that simultaneously measure both aspects within *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL) remain limited. This study aimed to develop and evaluate instruments for assessing scientific creativity and eco-religious attitudes in renewable energy topics. The study employed a Research and Development (R&D) method using a six-stage procedure based on the instrument development framework of Setiawan et al., comprising needs analysis, design, development,

Copyright © The Author(s). This work is licensed under CC BY-NC 4.0

expert validation, revision, and empirical testing. The instruments consisted of 14 open-ended items measuring seven scientific creativity indicators: *Unusual Uses, Problem Finding, Scientific Imagination, Product Improvement, Creative Science Problem Solving, Creative Experiment Designing,* and *Creative Product Design*, as well as 24 eco-religious attitude statements covering four dimensions: *Respect for Nature, Moral Responsibility for Nature, Cosmic Solidarity,* and *Caring for Nature*. Expert validation involved three experts, while empirical testing involved 100 Grade XI students at SMA Negeri 1 Gedangan. Expert assessment yielded a modal score of 4 across all criteria, with a Percentage of Agreement of 85.71%–100%. All items met the criteria for corrected item-total correlation. The overall reliability coefficients for scientific creativity and eco-religious attitudes were 0.879 and 0.955, respectively. Five of the seven scientific creativity dimensions achieved Spearman–Brown coefficients of ≥0.70, whereas *Creative Science Problem Solving* (0.66) and *Creative Product Design* (0.48) did not meet this criterion; item 13 also showed low discrimination (0.185). The four eco-religious dimensions demonstrated reliability coefficients ranging from 0.851 to 0.874, although 60.3% of responses were at the highest score, indicating a ceiling effect. These findings provide preliminary evidence of instrument quality. The instruments may support formative assessment and initial mapping of students' scientific creativity and eco-religious attitudes in SCEL-based physics learning, while further item refinement and construct-structure testing with more diverse samples remain necessary.

Keywords: scientific creativity, eco-religious attitudes, assessment instruments, renewable energy, SCEL.

Histori Naskah

Diserahkan: 09 November 2026 Direvisi: 17 November 2026 Diterima: 21 November 2026

How to cite:

Virginia, L., Jauhariyah, M. N. R., Abdullah, I., Al Siddiqiy, I. I., Ardani, M. A., Mustofa, M. C., & Kolondam, S. N. R. (2026). Pengembangan dan validasi instrumen kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* pada materi energi terbarukan berbasis *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL). *Inovasi Pendidikan Fisika,* 15(2), 56-74. DOI: https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx
.

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika pada abad ke-21 tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga membutuhkan kemampuan peserta didik dalam menghasilkan gagasan, memecahkan masalah, dan merancang solusi berdasarkan prinsip ilmiah (Saefan et al., 2025). Permasalahan sains yang kompleks dan berkaitan dengan kehidupan nyata menuntut peserta didik untuk menggunakan pengetahuan ilmiah secara kreatif dalam menghadapi berbagai situasi (Al-Abdali & Al-Balushi, 2016). Salah satu kemampuan yang relevan dengan tuntutan tersebut adalah kreativitas ilmiah, yaitu kemampuan menggunakan pengetahuan dan proses ilmiah untuk menghasilkan gagasan, menemukan permasalahan, merancang penyelidikan, memecahkan masalah, dan menghasilkan produk secara kreatif (Hu & Adey, 2002). Kreativitas ilmiah memiliki karakteristik yang lebih spesifik dibandingkan kreativitas secara umum karena gagasan yang dihasilkan perlu memiliki keterkaitan dengan konsep, prinsip, dan proses ilmiah. Hu dan Adey (2002) mengidentifikasi tujuh dimensi kreativitas ilmiah, yaitu *Unusual Uses*, yang berkaitan dengan kemampuan menghasilkan berbagai alternatif kegunaan suatu benda; *Problem Finding*, yaitu kemampuan mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan; *Scientific Imagination*, yaitu kemampuan mengembangkan gagasan melalui imajinasi yang berkaitan dengan konsep ilmiah; *Product Improvement*, yaitu kemampuan mengidentifikasi kekurangan dan mengembangkan penyempurnaan terhadap produk yang telah ada; *Creative Science Problem Solving*, yaitu kemampuan menghasilkan solusi kreatif terhadap permasalahan sains; *Creative Experiment Designing*, yaitu kemampuan merancang eksperimen untuk menguji suatu permasalahan atau gagasan ilmiah; serta *Creative Product Design*,

yaitu kemampuan menghasilkan rancangan produk berdasarkan prinsip-prinsip ilmiah. Ketujuh dimensi tersebut menunjukkan bahwa kreativitas ilmiah mencakup berbagai bentuk kemampuan kreatif, mulai dari menghasilkan gagasan hingga merancang solusi dan produk yang dapat diterapkan dalam konteks sains. Oleh karena itu, pengembangan dan pengukuran kreativitas ilmiah menjadi bagian penting dalam pembelajaran fisika (Xu et al., 2025).

Energi terbarukan merupakan salah satu konteks pembelajaran fisika yang relevan untuk mengembangkan dan mengukur kreativitas ilmiah karena berkaitan dengan persoalan kehidupan, teknologi, dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian mengenai pendidikan energi terbarukan menunjukkan bahwa konteks tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan kreativitas ilmiah peserta didik melalui aktivitas pemecahan masalah, pengembangan solusi, dan proyek yang berkaitan dengan energi terbarukan (Syamra & Suryadi, 2025). Permasalahan energi terbarukan memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami konsep perubahan dan pemanfaatan energi, tetapi juga mengeksplorasi alternatif pemanfaatan energi, memecahkan masalah, serta mengembangkan solusi atau produk berdasarkan prinsip fisika (Rizki et al., 2026). Karakteristik permasalahan energi terbarukan yang kontekstual dan berkaitan dengan kebutuhan nyata memberikan peluang bagi peserta didik untuk menggunakan pengetahuan ilmiah secara kreatif serta mempertimbangkan kondisi lingkungan dalam pengembangan solusi (Agung Pambudi et al., 2024).

Namun, penyelesaian permasalahan energi dan lingkungan tidak hanya membutuhkan kemampuan menghasilkan solusi ilmiah, tetapi juga sikap yang mencerminkan kepedulian, tanggung jawab, dan kesadaran terhadap hubungan manusia dengan alam (Syihabuddin et al., 2023). Dalam penelitian ini, sikap *eco-religious* dipahami sebagai orientasi sikap terhadap alam yang memadukan kepedulian ekologis dengan dimensi etis dan religius. Perspektif tersebut menempatkan hubungan manusia dengan alam tidak hanya sebagai hubungan ekologis, tetapi juga sebagai hubungan yang melibatkan tanggung jawab moral dan nilai religius (Syihabuddin et al., 2023). Dalam operasionalisasi instrumen, sikap *eco-religious* direpresentasikan melalui empat dimensi, yaitu *Respect for Nature*, *Moral Responsibility for Nature*, *Cosmic Solidarity*, dan *Caring for Nature* (Faiz, 2014). Keempat dimensi tersebut menggambarkan aspek sikap yang saling berkaitan, tetapi memiliki penekanan berbeda. *Respect for Nature* berkaitan dengan penghormatan terhadap alam sebagai bagian dari ciptaan Tuhan, sedangkan *Moral Responsibility for Nature* menekankan tanggung jawab moral manusia dalam menjaga kelestarian lingkungan. Selanjutnya, *Cosmic Solidarity* merepresentasikan kesadaran mengenai keterhubungan manusia dengan seluruh makhluk dan keseimbangan alam, sementara *Caring for Nature* menekankan kepedulian yang diwujudkan melalui tindakan nyata dalam melestarikan lingkungan. Dengan demikian, sikap *eco-religious* tidak hanya mencerminkan kesadaran terhadap pentingnya menjaga lingkungan, tetapi juga mengintegrasikan nilai moral dan religius sebagai landasan perilaku manusia terhadap alam. Integrasi nilai religius dalam pendidikan lingkungan dapat menjadi salah satu pendekatan untuk memperkuat kepedulian dan tanggung jawab peserta didik terhadap lingkungan (Wakhidah & Erman, 2022).

Kebutuhan untuk mengembangkan kreativitas ilmiah sekaligus sikap yang bertanggung jawab terhadap lingkungan menjadi landasan pengembangan *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL). SCEL merupakan model pembelajaran yang mengintegrasikan kreativitas ilmiah dengan nilai *eco-religious* dalam pembelajaran sains yang berorientasi pada keberlanjutan (Jauhariyah et al., 2026). Model ini menghubungkan proses ilmiah dan kreatif dengan kesadaran etis terhadap lingkungan. Dalam kerangka SCEL, kreativitas ilmiah direpresentasikan melalui tujuh dimensi, yaitu *unusual uses, problem finding, scientific imagination, product improvement, creative science problem solving, creative experiment designing,* dan *creative product design* (Hu & Adey, 2002; Jauhariyah et al., 2026). Secara teoretis, keterkaitan antara kreativitas ilmiah dan sikap eco-religious dalam SCEL terletak pada pengembangan kemampuan peserta didik untuk menggunakan pengetahuan ilmiah secara kreatif sekaligus mempertimbangkan tanggung jawabnya terhadap lingkungan (Jauhariyah et al., 2026). Kreativitas ilmiah diwujudkan melalui kegiatan mengidentifikasi permasalahan, mengembangkan gagasan, merancang penyelidikan, memecahkan masalah, dan menghasilkan rancangan produk berdasarkan prinsip ilmiah (Hu & Adey, 2002). Sementara itu, sikap eco-religious memberikan landasan nilai yang mengarahkan peserta didik agar proses dan hasil pemecahan masalah tetap memperhatikan kelestarian alam serta tanggung jawab moral dan religius terhadap lingkungan (Faiz, 2014; Syihabuddin et al., 2023). Dengan demikian, kedua konstruk tersebut saling melengkapi dalam pembelajaran SCEL, yaitu kreativitas ilmiah berperan dalam menghasilkan solusi, sedangkan nilai eco-religious menjadi pertimbangan etis dalam menentukan dan menerapkan solusi tersebut (Jauhariyah et al., 2026; Virginia et al., 2026).

SCEL dikembangkan melalui lima fase pembelajaran, yaitu *Problem Finding, Creative Planning, Experimenting, Eco-Religious Identifying, dan Reflection* (Jauhariyah et al., 2026). Fase-fase tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan permasalahan, merencanakan gagasan

kreatif, melakukan eksperimen, mengidentifikasi nilai *eco-religious*, serta merefleksikan hasil pembelajaran dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan karakteristik tersebut, SCEL memberikan ruang bagi pengembangan kemampuan kreatif sekaligus dimensi etis peserta didik dalam berinteraksi dengan lingkungan (Jauhariyah et al., 2026). Penelitian mengenai penerapan SCEL menunjukkan bahwa model tersebut telah digunakan dalam pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan sikap *eco-religious* peserta didik (Virginia et al., 2026).

Karakteristik SCEL menunjukkan bahwa implementasinya membutuhkan instrumen penilaian yang mampu merepresentasikan konstruk yang menjadi sasaran pembelajaran (Jauhariyah et al., 2026). Instrumen tersebut perlu disusun secara sistematis berdasarkan definisi konstruk dan indikator yang digunakan agar skor yang dihasilkan dapat memberikan informasi yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan mengenai kemampuan dan sikap peserta didik (Messick, 1995). Dalam penelitian ini, kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* merupakan dua konstruk yang berbeda sehingga memerlukan indikator dan bentuk pengukuran yang sesuai. Kreativitas ilmiah direpresentasikan melalui tujuh dimensi, sedangkan sikap *eco-religious* direpresentasikan melalui *respect for nature, moral responsibility for nature, cosmic solidarity,* dan *caring for nature* (Faiz, 2014; Jauhariyah et al., 2026).

Penelitian mengenai pengembangan instrumen kreativitas ilmiah telah menunjukkan pentingnya pengujian kualitas instrumen melalui bukti validitas dan reliabilitas (Xu et al., 2025). Tes kreativitas ilmiah yang banyak dirujuk, seperti *Scientific Creativity Test* (Hu & Adey, 2002), *Comprehensive Scientific Creativity Assessment* (Xu et al., 2025), dan tes kreativitas ilmiah kimia (Ramly et al., 2022), dikembangkan untuk konteks sains umum atau mata pelajaran lain dan tidak memuat dimensi sikap terhadap lingkungan. Sebaliknya, instrumen sikap lingkungan seperti skala *New Ecological Paradigm* (Dunlap et al., 2000) mengukur orientasi ekologis tanpa dimensi religius. Di Indonesia, pengembangan dan analisis tes dalam pendidikan fisika umumnya berfokus pada kreativitas, keterampilan berpikir kreatif, atau pemecahan masalah pada topik tertentu (Dwikoranto et al., 2024; Ghorbiy & Taufiq, 2026; Youlanda & Jauhariyah, 2026), sedangkan energi terbarukan lebih banyak dimanfaatkan sebagai konteks pengembangan bahan ajar dan perangkat pembelajaran yang mendukung kemampuan kreatif peserta didik (Siyamuningsih et al., 2025; Rizki et al., 2026). Studi sebelumnya mengenai SCEL telah mengembangkan kerangka konseptual model dan mengkaji penerapannya dalam pembelajaran untuk mendukung kemampuan pemecahan masalah dan sikap eco-religious (Jauhariyah et al., 2026; Virginia et al., 2026), tetapi belum menyediakan instrumen yang secara eksplisit mengukur kreativitas ilmiah dan sikap eco-religious dalam konteks energi terbarukan. Akibatnya, guru yang menerapkan SCEL belum memiliki alat ukur yang selaras dengan tujuh dimensi kreativitas ilmiah dan empat dimensi sikap eco-religious yang menjadi sasaran model. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan instrumen yang secara eksplisit didasarkan pada konstruk, dimensi, dan karakteristik pembelajaran SCEL serta mampu menghasilkan bukti empiris mengenai kualitas instrumen.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan dua instrumen yang saling melengkapi untuk mengukur kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* pada materi energi terbarukan berbasis *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL). Pengembangan kedua instrumen ini didasarkan pada kebutuhan asesmen yang mampu mengukur kedua konstruk tersebut secara terarah sesuai dengan karakteristik pembelajaran SCEL. Kedua konstruk perlu diukur bersama karena SCEL menempatkan proses kreatif dan kesadaran etis sebagai satu rangkaian pembelajaran: gagasan kreatif dikembangkan pada fase *Problem Finding, Creative Planning, dan Experimenting*, lalu nilai ekologis dan religiusnya diidentifikasi dan direfleksikan pada fase *Eco-Religious Identifying dan Reflection* (Jauhariyah et al., 2026). Tanpa instrumen untuk kedua konstruk, capaian pembelajaran SCEL hanya dapat dinilai sebagian. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan tes uraian untuk mengukur kreativitas ilmiah dan angket untuk mengukur sikap *eco-religious*, kemudian mengevaluasi kualitas kedua instrumen melalui validasi ahli, korelasi butir-total terkoreksi, dan reliabilitas. Khusus instrumen kreativitas ilmiah, evaluasi juga mencakup tingkat kesukaran dan daya pembeda butir. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kualitas instrumen kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* pada materi energi terbarukan berbasis SCEL.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kualitas instrumen penilaian kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* pada materi energi terbarukan berbasis *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL). Prosedur pengembangan instrumen disusun oleh peneliti berdasarkan kebutuhan dan karakteristik penelitian dengan merujuk pada penelitian pengembangan instrumen yang dilakukan oleh Setiawan et al. (2024). Prosedur

tersebut terdiri atas enam tahap, yaitu analisis kebutuhan, perancangan instrumen, pengembangan instrumen, validasi ahli, revisi instrumen, dan uji coba empiris, yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kualitas instrumen penilaian kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* pada materi energi terbarukan berbasis model *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL). Instrumen yang dikembangkan terdiri atas dua jenis, yaitu instrumen penilaian kreativitas ilmiah dalam bentuk tes uraian dan instrumen penilaian sikap *eco-religious* dalam bentuk angket skala Likert.

Uji coba empiris melibatkan 100 peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Gedangan yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Peserta didik berasal dari tiga kelas XI MIPA dan telah mempelajari konsep energi pada pembelajaran fisika kelas X. Sebelum uji coba instrumen dilaksanakan, peserta didik belum mengikuti pembelajaran menggunakan model *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL). Oleh karena itu, uji coba ini difokuskan pada pengujian kualitas instrumen, bukan pada evaluasi hasil penerapan model SCEL. Seluruh responden beragama Islam, sesuai dengan konteks nilai religius yang digunakan dalam perumusan pernyataan pada angket sikap *eco-religious*. Uji coba dilaksanakan pada Agustus 2026 dengan izin dari pihak sekolah. Sebanyak 100 peserta didik mengerjakan tes kreativitas ilmiah dan 100 peserta didik mengisi angket sikap eco-religious. Responden kedua instrumen tidak sepenuhnya sama, sehingga data yang dapat dipasangkan antarinstrumen berjumlah 84 peserta didik. Data yang diperoleh digunakan untuk mengevaluasi korelasi butir-total terkoreksi dan konsistensi internal kedua instrumen, serta karakteristik tingkat kesukaran dan daya pembeda pada instrumen kreativitas ilmiah.

Prosedur pengembangan instrumen dalam penelitian ini disusun berdasarkan kebutuhan penelitian dengan merujuk pada penelitian pengembangan instrumen sebelumnya (Setiawan et al., 2024). Prosedur tersebut meliputi enam tahap, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, validasi ahli, revisi, dan uji coba empiris. Evaluasi kualitas instrumen dilakukan melalui validasi isi oleh ahli dan pengujian empiris berdasarkan data hasil uji coba. Validasi isi mencakup aspek isi, konstruksi, dan bahasa, sedangkan pengujian empiris meliputi analisis validitas butir dan reliabilitas instrumen (Creswell, 2009; Subhaktiyasa, 2024).

Validasi isi instrumen melibatkan tiga validator ahli, yaitu dua dosen Pendidikan Fisika dengan bidang keahlian asesmen pembelajaran dan filsafat, serta satu guru senior mata pelajaran fisika. Salah satu dosen memiliki kompetensi tambahan di bidang Pendidikan Agama Islam. Validator memberikan penilaian menggunakan skala 1-4 terhadap aspek isi, konstruksi, dan bahasa. Aspek isi menilai kesesuaian butir dengan indikator konstruk dan materi energi terbarukan, aspek konstruksi menilai kesesuaian struktur butir dengan konstruk yang diukur, sedangkan aspek bahasa menilai kejelasan dan keterbacaan butir. Skor validator diringkas menggunakan modus untuk menunjukkan skor yang paling sering muncul pada setiap kriteria. Kategori kelayakan ditentukan dari skor modus, yaitu 4 = sangat valid, 3 = valid, 2 = kurang valid, dan 1 = tidak valid. Penilaian diberikan pada tingkat kriteria untuk keseluruhan instrumen, bukan per butir. Tingkat kesepakatan penilaian dianalisis menggunakan Percentage of Agreement (PoA). Dalam penelitian ini, PoA sebesar ≥75% digunakan sebagai kriteria kesepakatan antarvalidator (Borich, 1994).

Perhitungan *Percentage of Agreement* (PoA) dilakukan menggunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

A = skor tertinggi yang diberikan validator pada suatu kriteria.

B = skor terendah yang diberikan validator pada kriteria yang sama.

Nilai PoA ≥75% digunakan sebagai kriteria tercapainya kesepakatan antarvalidator (Borich, 1994). Rumus Borich semula digunakan untuk dua pengamat; dalam penelitian ini rumus diterapkan pada tiga validator dengan membandingkan skor tertinggi dan terendah pada setiap kriteria, sehingga PoA menggambarkan selisih penilaian terbesar antarvalidator. Berdasarkan hasil validasi isi dan masukan dari validator, dilakukan revisi terhadap butir instrumen yang memerlukan perbaikan pada aspek isi, kesesuaian dengan indikator, konstruksi, dan penggunaan bahasa. Revisi tersebut merupakan bagian dari proses penyempurnaan instrumen berdasarkan penilaian ahli (Lynn, 1986). Seluruh instrumen yang digunakan dalam uji coba empiris merupakan versi setelah revisi berdasarkan masukan validator. Dengan demikian, data empiris dalam penelitian ini diperoleh dari instrumen versi revisi, yang selanjutnya dianalisis untuk memperoleh informasi mengenai kualitas butir dan konsistensi internal instrumen (Setiawan et al., 2024).

Uji coba bertujuan untuk memperoleh data empiris yang digunakan dalam menganalisis kualitas instrumen, khususnya validitas empiris dan reliabilitas. Pada instrumen kreativitas ilmiah, peserta didik mengerjakan 14

item tes uraian yang disusun berdasarkan tujuh indikator kreativitas ilmiah. Jawaban peserta didik dinilai menggunakan rubrik penskoran yang telah dikembangkan dan divalidasi, dengan rentang skor 1–4 pada setiap butir sehingga skor total maksimum adalah 56. Penskoran dilakukan oleh satu penilai menggunakan rubrik tersebut. Sementara itu, instrumen sikap *eco-religious* terdiri atas 24 pernyataan yang direspons menggunakan skala Likert empat kategori dengan skor 1–4, sehingga skor total maksimum adalah 96. Analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda dilakukan khusus pada instrumen kreativitas ilmiah karena instrumen tersebut berbentuk tes uraian (Wulandari et al., 2023).

Validitas empiris butir instrumen kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* dianalisis secara terpisah menggunakan korelasi butir-total terkoreksi (*Corrected Item-Total Correlation*) melalui menu *Reliability Analysis* pada program SPSS. Analisis dilakukan berdasarkan data uji coba terhadap 100 peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Gedangan. Koefisien korelasi menunjukkan hubungan antara skor setiap butir dan skor total butir lainnya, tanpa memasukkan skor butir yang sedang diuji ke dalam skor total pembanding. Koefisien yang diperoleh ditafsirkan berdasarkan arah korelasi positif dan dibandingkan dengan nilai (r) tabel sebesar 0,197 pada taraf signifikansi 5% dengan (N = 100). Butir dinyatakan memenuhi kriteria empiris apabila koefisien korelasi butir-total terkoreksi lebih besar dari 0,197. Selain itu, koefisien ≥ 0,30 digunakan sebagai acuan bahwa daya beda butir memadai (Field, 2013). Hasil analisis ini digunakan sebagai salah satu bukti empiris kualitas butir dan diinterpretasikan bersama hasil validasi ahli, reliabilitas instrumen, serta karakteristik butir lainnya. Secara matematis, korelasi butir-total terkoreksi dihitung menggunakan koefisien korelasi Pearson antara skor setiap butir dan skor total seluruh butir lainnya. Rumus perhitungannya dinyatakan sebagai berikut.

$$r_{i(T-i)} = \frac{(X_i, T_{-i})}{S_{X_i} S_{T_{-i}}} \tag{2}$$

Keterangan:

$r_{i(T-i)}$ = Koefisien Corrected Item-Total Correlation untuk butir ke-*i*
X_i = Skor responden pada butir ke-*i*
T_{-i} = Total skor seluruh butir selain butir ke-*i*.
(X_i, T_{-i}) = Kovarians skor butir dengan total skor butir lainnya.
S_{X_i} = Simpangan baku skor butir ke-*i.*
$S_{T_{-i}}$ = Simpangan baku total skor tanpa butir ke-*i.*

Selain pengujian validitas, dilakukan pula uji reliabilitas untuk mengetahui konsistensi instrumen. Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan persamaan berikut:

$$\propto = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right) \tag{3}$$

Keterangan:

$\propto$ = Nilai reliabilitas.
n = Jumlah butir soal.
$\sum s_t^2$ = Jumlah varians skor setiap butir.
s_t^2 = Varians total.

Reliabilitas dihitung menggunakan koefisien Cronbach's Alpha secara terpisah untuk instrumen kreativitas ilmiah dan instrumen sikap *eco-religious.* Koefisien Alpha ≥0,70 digunakan sebagai acuan konsistensi internal yang memadai (Taber, 2018; Zainuri, 2022). Interpretasi Alpha dilakukan sebagai informasi mengenai konsistensi internal skor instrumen, bukan sebagai bukti tunggal validitas konstruk. Reliabilitas juga dihitung per dimensi. Pada instrumen sikap *eco-religious*, setiap dimensi terdiri atas enam pernyataan sehingga Cronbach's Alpha dihitung untuk setiap dimensi, sedangkan pada instrumen kreativitas ilmiah setiap dimensi hanya terdiri atas dua butir sehingga dilaporkan korelasi antarbutir dan koefisien Spearman–Brown. Koefisien Spearman–Brown digunakan untuk mengestimasi reliabilitas setiap dimensi berdasarkan korelasi antara dua butir yang membentuk dimensi tersebut (Eisinga et al., 2013). Perhitungan koefisien Spearman–Brown dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$r_{SB} = \frac{2r}{1+r} \tag{4}$$

Keterangan :

S_{SB} = koefisien reliabilitas Spearman–Brown

r = Korelasi antarbutir dalam satu dimensi.

Selain validitas dan reliabilitas, dilakukan analisis tingkat kesukaran untuk mengetahui tingkat kesulitan setiap butir pada instrumen kreativitas ilmiah (Arikunto, 2013). Analisis tingkat kesukaran dilakukan terhadap 14 item tes uraian kreativitas ilmiah. Indeks tingkat kesukaran dihitung berdasarkan perbandingan antara skor rata-rata yang diperoleh peserta didik dan skor maksimum yang dapat dicapai pada setiap butir (skor maksimum 4) dengan persamaan berikut:

$$DL = \frac{Mean}{Maximum\ Score} \quad (5)$$

Keterangan:

DL = Indeks tingkat kesukaran;
$Mean$ = Skor rata-rata peserta didik;
$Maximum\ Score$ = Skor maksimum soal.

Indeks tingkat kesukaran berada pada rentang 0,00-1,00. Dalam penelitian ini, indeks P ≤ 0,30 dikategorikan sukar, 0,30 < P ≤ 0,70 sedang, dan P > 0,70 mudah (Arikunto, 2013). Klasifikasi dilakukan berdasarkan nilai indeks sebelum pembulatan. Interpretasi tingkat kesukaran selanjutnya dipertimbangkan bersama hasil analisis daya pembeda dalam menentukan karakteristik setiap butir. Selanjutnya, analisis daya pembeda dilakukan untuk mengetahui kemampuan setiap butir dalam membedakan peserta didik dengan tingkat kemampuan yang relatif tinggi dan rendah. Analisis daya pembeda dilakukan terhadap 14 item tes uraian kreativitas ilmiah. Perhitungan indeks daya pembeda menggunakan persamaan berikut:

$$DP = \frac{X_A - X_B}{Maximum\ Score} \quad (6)$$

Keterangan:

DP = Indeks daya pembeda;
X_A = Rata-rata skor kelompok atas pada setiap butir;
X_B = Rata-rata skor kelompok bawah pada setiap butir;
$Maximum\ Score$ = Skor maksimum soal.

Peserta didik terlebih dahulu diurutkan berdasarkan skor total instrumen kreativitas ilmiah, kemudian dikelompokkan menjadi kelompok atas dan kelompok bawah. Kelompok atas terdiri atas 27% peserta didik dengan skor total tertinggi, sedangkan kelompok bawah terdiri atas 27% peserta didik dengan skor total terendah (masing-masing 27 peserta didik). Indeks daya pembeda selanjutnya ditentukan berdasarkan selisih rata-rata skor setiap butir antara kelompok atas dan kelompok bawah. Interpretasi indeks daya pembeda mengacu pada Arikunto (2013), yaitu D ≤ 0,20 dikategorikan jelek, 0,20 < D ≤ 0,40 cukup, 0,40 < D ≤ 0,70 baik, dan D > 0,70 baik sekali, berdasarkan nilai indeks sebelum pembulatan. Butir dengan indeks daya pembeda negatif dikategorikan tidak baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan instrumen penilaian diawali dengan analisis kebutuhan dan kondisi awal proses pembelajaran melalui telaah kurikulum dan materi energi terbarukan. Analisis ini difokuskan pada kesesuaian materi dengan kebutuhan pengukuran kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious*. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam menentukan indikator yang digunakan sebagai acuan pengembangan instrumen. Selanjutnya, instrumen dirancang berdasarkan indikator yang telah ditetapkan dengan memperhatikan kesesuaian antara konstruk yang diukur, materi energi terbarukan, dan karakteristik model *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL) (Hong et al., 2022). Instrumen yang dikembangkan terdiri atas dua jenis, yaitu instrumen penilaian kreativitas ilmiah dan instrumen sikap *eco-religious*. Setiap instrumen dilengkapi dengan kisi-kisi dan rubrik atau pedoman penilaian untuk memperjelas hubungan antara indikator dan butir instrumen. Selanjutnya, instrumen ditelaah oleh ahli, direvisi berdasarkan hasil validasi, dan diuji secara empiris untuk memperoleh bukti validitas dan reliabilitas (Zainuri, 2022). Klasifikasi butir pada masing-masing instrumen berdasarkan indikator yang digunakan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Klasifikasi Butir Instrumen Penilaian Kreativitas Ilmiah

No.	Indikator Kreativitas Ilmiah	Nomor Soal

1.	*Unusual Uses* (Kegunaan yang Tidak Biasa)	1,2
2.	*Problem Finding* (Penemuan Masalah)	3,4
3.	*Scientific Imagination* (Imajinasi Ilmiah)	5,6
4.	*Product Improvement* (Penyempurnaan Produk)	7,8
5.	*Creative Science Problem Solving* (Pemecahan Masalah Sains secara Kreatif)	9,10
6.	*Creative Experiment Designing* (Perancangan Eksperimen secara Kreatif)	11,12
7.	*Creative Product Design* (Perancangan Produk secara Kreatif)	13,14

Tabel 2. Klasifikasi Butir Instrumen Sikap *Eco-Religious*

No.	**Indikator Sikap *Eco-Religious***	**Nomor Soal**
1.	*Respect for Nature* (Penghormatan terhadap Alam)	1-6
2.	*Moral Responsibility for Nature* (Tanggung Jawab Moral terhadap Alam)	7-12
3.	*Cosmic Solidarity* (Solidaritas Kosmik)	13-18
4.	*Caring for Nature* (Kepedulian terhadap Alam)	19-24

Butir instrumen disusun berdasarkan indikator yang telah ditetapkan dengan mempertimbangkan karakteristik materi energi terbarukan dan model Scientific Creativity Eco-Religious Learning (SCEL). Contoh butir penilaian kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Contoh Butir Soal Berdasarkan Indikator Kreativitas Ilmiah

Indikator Keterampilan Kreativitas Ilmiah	**Contoh Butir Soal**
Unusual Uses	1. Perhatikan gambar berikut yang menunjukkan beberapa sumber energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan pembangkit listrik tenaga air.  *(Sumber:https://www.idnsolar .co.id/sistem-panel-surya/)* Dari benda atau material sederhana yang biasa kamu temukan di rumah atau lingkungan (misalnya botol plastik, kardus, kaleng bekas, kipas rusak, CD bekas, bambu, atau pipa PVC), sebutkan sebanyak mungkin kegunaan baru benda tersebut dalam kegiatan ilmiah atau edukasi untuk menjelaskan konsep energi terbarukan. Jelaskan secara singkat cara penggunaannya dan manfaatnya!
Problem Finding	4. Di sebuah desa, pemerintah telah memasang panel surya di beberapa rumah untuk mengurangi penggunaan listrik dari bahan bakar fosil.  Namun, setelah beberapa bulan, sebagian warga masih jarang memanfaatkan panel surya tersebut dan tetap menggunakan listrik seperti biasa. Jika kamu diminta menyelidiki penyebab kondisi tersebut, tuliskan sebanyak mungkin pertanyaan ilmiah yang perlu diajukan agar kamu dapat mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi pemanfaatan energi surya di desa tersebut! (Sumber:https://www.voaindonesia.com/a/energi-terbarukan-solusi-kemandirian-energi-daerah-terpencil/7300342.html)
Scientific Imagination	6. Sekolahmu ingin menjadi sekolah hemat energi.

	Tuliskan sebanyak mungkin ide perbaikan bangunan sekolah agar lebih hemat listrik dan mampu memanfaatkan energi terbarukan, seperti energi matahari, angin, atau biomassa. Sertakan alasan setiap ide berdasarkan konsep Fisika!
Product Improvement	8. Perhatikan sebuah panel surya yang telah digunakan untuk menghasilkan listrik di sekolah. Identifikasilah sebanyak mungkin kelemahan atau keterbatasan penggunaannya, kemudian usulkan berbagai cara kreatif untuk menyempurnakan desain atau kinerjanya agar menghasilkan energi listrik secara lebih efektif. Jelaskan alasan setiap usulan berdasarkan konsep Fisika serta manfaat perbaikannya.
Creative Science Problem Solving	9. Perhatikan dua kondisi berikut.  Kondisi 1. Sekolah sering mengalami pemadaman listrik. (Sumber:http://cella.staf.narotama.ac.id/berita/detail/27280-siswa-di-parepare-lagi-serius-unbk,-tiba-tiba-mati-lampu)  Kondisi 2. Pada siang hari sinar matahari sangat melimpah. (Sumber:https://www.terpaduputra1.sch.id/index.php/karir/107-guru-pak-stp) Tuliskan sebanyak mungkin solusi kreatif yang dapat dilakukan sekolah untuk memanfaatkan energi terbarukan sehingga kebutuhan listrik tetap terpenuhi.
Creative Experiment Designing	12. Sebuah sekolah ingin memasang panel surya, tetapi belum mengetahui lokasi pemasangan yang paling efektif. Bantulah sekolah tersebut dengan merancang sebuah eksperimen sederhana untuk menentukan lokasi terbaik pemasangan panel surya di lingkungan sekolah. Jelaskan alat dan bahan, langkah kerja, variabel yang diamati, cara mengumpulkan data, serta prinsip Fisika yang digunakan.
Creative Product Design	13. Rancanglah sebuah desain rumah yang memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi utama dan memiliki solusi kreatif terhadap kebutuhan energi rumah tangga. Buat gambar desain yang menunjukkan susunan dan hubungan antarbagian, beri label pada setiap komponen, serta jelaskan fungsi, prinsip kerja, dan alasan pemilihan material berdasarkan konsep Fisika. Tunjukkan aspek kreatif atau kebaruan desain yang membedakannya dari rancangan rumah yang umum digunakan..

Telaah kesesuaian butir dengan indikator menunjukkan bahwa butir *Product Improvement* dan *Creative Product Design* dibedakan berdasarkan titik awal tugasnya. Butir *Product Improvement*, seperti butir 8, meminta peserta didik menyempurnakan teknologi energi terbarukan yang sudah ada, yaitu mengidentifikasi kelemahan panel surya lalu mengusulkan perbaikannya. Sebaliknya, butir *Creative Product Design*, seperti butir 13, meminta peserta didik merancang produk baru untuk memenuhi suatu fungsi, yaitu desain rumah dengan energi terbarukan sebagai sumber energi utama (Hu & Adey, 2002). Telaah tersebut juga menemukan dua butir yang perlu diperbaiki. Butir 6 *(Scientific Imagination)* meminta ide perbaikan bangunan sekolah sehingga tuntutannya lebih dekat dengan *Product Improvement*, padahal imajinasi ilmiah pada Hu dan Adey (2002) diukur melalui situasi hipotesis; butir ini perlu dirumuskan ulang sebagai skenario hipotesis. Butir 12 *(Creative Experiment Designing)* memuat komponen rancangan yang sangat terstruktur sehingga rubriknya perlu menegaskan aspek kreatif yang dinilai, seperti variasi rancangan dan cara pengukuran yang tidak lazim. Selain itu, butir 6, 9, dan 13 sama-sama meminta gagasan pemanfaatan energi terbarukan sehingga batas antar dimensinya perlu dipertegas. Karena data uji coba diperoleh dengan redaksi awal, perbaikan ini menjadi rekomendasi untuk versi instrumen berikutnya.

Tabel 4. Contoh Pernyataan Berdasarkan Indikator Sikap *Eco-Religious*

Indikator Sikap *Eco-Religious*	**Contoh Pernyataan**
Respect for Nature (Hormat terhadap alam)	1. Saya menghormati lingkungan sekitar dengan memanfaatkan sumber energi secara bijaksana karena saya meyakini bahwa seluruh makhluk di langit dan di bumi senantiasa bertasbih kepada Allah Swt. 2. Saya menghormati alam dengan mendukung penggunaan energi terbarukan sebagai wujud rasa syukur kepada Allah Swt.

Moral Responsibility for Nature (Tanggung jawab)	7. Saya selalu menggunakan energi secara bijaksana dan mendukung pemanfaatan energi terbarukan sebagai bentuk rasa syukur kepada Allah Swt. 8. Saya berpartisipasi dalam kegiatan pemanfaatan energi terbarukan sebagai bentuk tanggung jawab menjaga alam ciptaan Allah Swt.
Cosmic Solidarity (Solidaritas Kosmik)	13. Saya tidak setuju terhadap penggunaan energi yang merusak lingkungan karena setiap makhluk ciptaan Allah Swt. berhak hidup di lingkungan yang lestari. 14.Saya bersedia melaporkan tindakan yang merusak lingkungan akibat penggunaan energi yang tidak bertanggung jawab karena dapat mengganggu keseimbangan alam yang telah Allah Swt. ciptakan.
Caring for Nature (Kasih sayang dan peduli terhadap lingkungan)	19.Saya mengolah sampah organik menjadi kompos sebagai bentuk kepedulian terhadap alam ciptaan Allah Swt 20. Saya mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan mendukung penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan karena saya peduli terhadap kelestarian alam ciptaan Allah Swt.

Telaah terhadap pernyataan angket sikap *eco-religious* difokuskan pada kesesuaian isi setiap pernyataan dengan dimensi konstruk yang diukur, kejelasan redaksi, dan ketepatan fokus sikap yang dinyatakan. Integrasi nilai ekologis dan religius merupakan karakteristik konstruk yang diukur, tetapi beberapa pernyataan masih memuat lebih dari satu tuntutan sikap atau berpotensi tumpang tindih dengan pernyataan lain. Pernyataan 7 menggabungkan penggunaan energi secara bijaksana dengan dukungan terhadap energi terbarukan serta menggunakan kata mutlak "selalu". Pernyataan 20 menggabungkan pengurangan penggunaan kendaraan pribadi dengan dukungan terhadap energi ramah lingkungan, sedangkan contoh pernyataan pertama pada dimensi *respect for nature* (Tabel 4) menggabungkan perilaku menggunakan energi secara bijaksana dengan keyakinan teologis. Selain itu, pernyataan 19 tentang pengolahan sampah organik menjadi kompos perlu ditinjau kesesuaiannya dengan konteks energi terbarukan karena tidak berkaitan secara langsung dengan pemanfaatan energi terbarukan. Pernyataan 14 mengenai kesediaan melaporkan tindakan perusakan lingkungan juga perlu ditinjau kembali karena lebih menggambarkan tindakan pelaporan daripada solidaritas kosmik. Sementara itu, contoh pernyataan kedua pada dimensi respect for nature memiliki isi yang hampir sama dengan pernyataan 7 pada dimensi *moral responsibility for nature*, sehingga berpotensi menimbulkan tumpang tindih makna. Telaah terhadap keseluruhan 24 pernyataan perlu dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian setiap butir terhadap dimensi konstruk, kejelasan redaksi, dan fokus sikap yang diukur. Data uji coba dalam penelitian ini diperoleh menggunakan instrumen yang telah direvisi berdasarkan masukan validator. Oleh karena itu, perbaikan lebih lanjut terhadap butir-butir yang teridentifikasi berdasarkan hasil uji coba menjadi rekomendasi untuk pengembangan instrumen versi berikutnya dan perlu dikonfirmasi melalui telaah ahli serta uji coba lanjutan.

Validasi instrumen penilaian kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* dilakukan oleh tiga validator yang terdiri atas dua dosen ahli dan satu guru fisika. Penilaian mencakup aspek konstruksi, isi, dan bahasa, sebagaimana diterapkan dalam validasi instrumen tes berpikir kreatif pada pembelajaran fisika (Annisa et al., 2023). Hasil penilaian validator dianalisis menggunakan modus untuk menggambarkan kecenderungan skor pada setiap aspek dan *Percentage of Agreement* (PoA) untuk mengetahui tingkat kesepakatan antar validator. Kategori kelayakan ditentukan berdasarkan skor modus, sedangkan PoA minimal 75% digunakan sebagai kriteria kesepakatan antar validator (Borich, 1994). Hasil validasi ahli terhadap instrumen penilaian kreativitas ilmiah dan instrumen sikap *eco-religious* disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Instrumen Penilaian Kreativitas Ilmiah

Hasil Validasi Ahli Instrumen Penilaian Kreativitas Ilmiah							
Aspek penilaian	**No. Kriteria**	**V1**	**V2**	**V3**	**Modus**	**PoA**	**Kategori**
Konstruksi	1	4	4	3	4	85,71%	Baik
Isi	1	4	4	3	4	85,71%	Baik
	2	3	4	4	4	85,71%	Baik
	3	4	4	4	4	100%	Sangat Baik
Bahasa	1	4	4	3	4	85,71%	Baik
	2	4	3	4	4	85,71%	Baik

	3	4	4	3	4	85,71%	Baik
	4	4	4	3	4	85,71%	Baik

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Instrumen Sikap *Eco-Religious*

Hasil Validasi Ahli Instrumen Sikap Eco-Religious							
Aspek penilaian	**No. Kriteria**	**V1**	**V2**	**V3**	**Modus**	**PoA**	**Kategori**
Konstruksi	1	4	4	4	4	100%	Sangat Baik
Isi	1	4	4	4	4	100%	Sangat Baik
	2	4	4	3	4	85,71%	Baik
	3	4	4	4	4	100%	Sangat Baik
Bahasa	1	4	4	3	4	85,71%	Baik
	2	4	4	4	4	100%	Sangat Baik
	3	4	4	3	4	85,71%	Baik
	4	4	4	4	4	100%	Sangat Baik

Hasil validasi ahli pada Tabel 5 menunjukkan bahwa tingkat kesepakatan antarvalidator telah memenuhi kriteria minimal *Percentage of Agreement* (PoA) sebesar 75% (Borich, 1994), sehingga penilaian terhadap instrumen menunjukkan konsistensi yang memadai. Penilaian ahli mencakup aspek konstruksi, isi, dan bahasa sebagai dasar untuk menilai kelayakan instrumen secara umum. Berdasarkan hasil tersebut, instrumen penilaian kreativitas ilmiah dinilai memiliki kualitas yang baik dan layak untuk dilanjutkan ke tahap pengujian empiris setelah dilakukan revisi berdasarkan masukan validator. Karena penilaian dilakukan pada tingkat kriteria untuk keseluruhan instrumen, hasil validasi ahli ini mendukung kelayakan instrumen secara umum dan belum menggambarkan validitas isi setiap butir secara individual. Masukan validator digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki redaksi butir dan meningkatkan kesesuaiannya dengan indikator kreativitas ilmiah. Salah satu perbaikan dilakukan pada butir nomor 8 yang merepresentasikan indikator *Product Improvement* (penyempurnaan produk), yaitu dengan mengarahkan redaksi pada upaya menyempurnakan teknologi energi terbarukan yang telah ada, bukan menciptakan teknologi yang sepenuhnya baru. Perbaikan ini bertujuan memperjelas fokus butir agar lebih selaras dengan indikator yang diukur sebelum instrumen dilanjutkan ke tahap pengujian empiris.

Berdasarkan Tabel 6, tingkat kesepakatan antarvalidator terhadap instrumen sikap *eco-religious* telah memenuhi kriteria minimal *Percentage of Agreement* (PoA) sebesar 75% (Borich, 1994). Hasil tersebut menunjukkan adanya konsistensi yang memadai dalam penilaian ahli terhadap kelayakan instrumen. Penilaian pada aspek konstruksi, isi, dan bahasa menunjukkan bahwa instrumen memiliki kualitas yang baik dan dapat dilanjutkan ke tahap pengujian empiris setelah dilakukan penyempurnaan berdasarkan masukan validator. Sebagaimana instrumen kreativitas ilmiah, penilaian validasi dilakukan pada tingkat kriteria untuk menggambarkan kelayakan instrumen secara umum dan belum menunjukkan validitas isi setiap butir secara individual. Masukan validator berupa saran perbaikan minor ditindaklanjuti melalui revisi untuk menyempurnakan redaksi dan kejelasan pernyataan dengan tetap mempertahankan kesesuaian butir dengan dimensi sikap *eco-religious* yang diukur. Setelah revisi dilakukan, instrumen dilanjutkan ke tahap pengujian empiris.

Setelah instrumen direvisi berdasarkan hasil validasi ahli, kedua instrumen diuji secara empiris. Sebelum dilakukan analisis validitas pada tingkat butir, sebaran skor total masing-masing instrumen diperiksa untuk memberikan gambaran awal mengenai karakteristik respons peserta didik. Skor total kreativitas ilmiah memiliki rata-rata 39,70 (SD = 7,53) dengan rentang 19–53 dari skor maksimum 56, yang menunjukkan adanya variasi skor antarpeserta didik. Sebaliknya, skor total sikap *eco-religious* memiliki rata-rata 85,72 (SD = 9,40) dengan rentang 66–96 dari skor maksimum 96. Sebanyak 60,3% respons berada pada skor 4, dan 26 peserta didik memberikan skor 4 pada seluruh pernyataan. Pola tersebut menunjukkan adanya efek plafon pada instrumen sikap *eco-religious* yang perlu dipertimbangkan dalam menafsirkan hasil analisis empiris. Selanjutnya, hasil analisis validitas empiris butir instrumen penilaian kreativitas ilmiah dan Sikap *Eco-Religious* disajikan pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Hasil Analisis Validitas Empiris Instrumen Kreativitas Ilmiah

Nomor Butir Soal	Korelasi Butir-Total Terkoreksi	Nilai r_{tabel}	Kriteria
1.	0,618	0,197	Valid
2.	0,688		Valid
3.	0,700		Valid
4.	0,577		Valid
5.	0,561		Valid
6.	0,505		Valid
7.	0,547		Valid
8.	0,529		Valid
9.	0,459		Valid
10.	0,672		Valid
11.	0,597		Valid
12.	0,542		Valid
13.	0,324		Valid
14.	0,367		Valid

Tabel 8. Hasil Analisis Validitas Empiris Instrumen Sikap *Eco-Religious*

Nomor Pernyataan	Korelasi Butir-Total Terkoreksi	Nilai r_{tabel}	Kriteria
1.	0,197	0,647	Valid
2.		0,632	Valid
3.		0,685	Valid
4.		0,642	Valid
5.		0,674	Valid
6.		0,675	Valid
7.		0,710	Valid
8.		0,703	Valid
9.		0,759	Valid
10.		0,671	Valid
11.		0,704	Valid
12.		0,560	Valid
13.		0,561	Valid
14.		0,677	Valid
15.		0,794	Valid
16.		0,741	Valid
17.		0,766	Valid
18.		0,709	Valid
19.		0,619	Valid
20.		0,572	Valid
21.		0,744	Valid
22.		0,665	Valid
23.		0,700	Valid
24.		0,659	Valid

Berdasarkan Tabel 7, hasil analisis validitas empiris menggunakan korelasi butir-total terkoreksi (*Corrected Item-Total Correlation*) menunjukkan bahwa nilai korelasi 14 butir instrumen kreativitas ilmiah berada pada rentang 0,324–0,700. Dengan jumlah responden sebanyak 100 peserta didik dan nilai r tabel sebesar 0,197 pada taraf signifikansi 5%, seluruh butir memiliki nilai korelasi yang lebih besar daripada r tabel. Dengan demikian, seluruh butir memenuhi kriteria korelasi butir-total terkoreksi berdasarkan batas yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil tersebut memberikan informasi empiris mengenai hubungan setiap butir dengan skor butir lainnya dalam instrumen, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan validitas konstruk secara menyeluruh. Nilai korelasi terendah terdapat pada butir Nomor 13 sebesar 0,324, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada butir Nomor 3 sebesar 0,700. Dua korelasi terendah sama-sama berasal dari dimensi *Creative Product Design*, yaitu butir 13 (0,324) dan butir 14 (0,367). Seluruh peserta didik memberikan jawaban pada kedua butir tersebut, sehingga rendahnya korelasi tidak disebabkan oleh jawaban kosong. Dengan acuan ≥ 0,30, seluruh butir tetap memenuhi kriteria, tetapi butir 13 dan 14 merupakan butir yang paling lemah dan karakteristiknya dibahas lebih lanjut bersama hasil daya pembeda. Meskipun seluruh butir memenuhi kriteria tersebut, evaluasi kualitas butir tetap perlu mempertimbangkan kesesuaian dengan indikator kreativitas ilmiah, hasil validasi ahli, dan karakteristik instrumen secara keseluruhan.

Berdasarkan Tabel 8, nilai korelasi 24 pernyataan sikap *eco-religious* berada pada rentang 0,560–0,794. Nilai tertinggi terdapat pada pernyataan nomor 15 sebesar 0,794, sedangkan nilai terendah terdapat pada pernyataan nomor 12 sebesar 0,560. Seluruh nilai tersebut lebih besar daripada nilai r tabel sebesar 0,197 pada taraf signifikansi 5% dengan jumlah responden 100 peserta didik, serta melampaui acuan koefisien ≥ 0,30 yang digunakan sebagai indikator korelasi butir-total yang memadai (Field, 2013). Dengan demikian, seluruh 24

pernyataan memenuhi kriteria korelasi butir-total. Analisis menggunakan *Corrected Item-Total Correlation* menunjukkan hubungan positif antara skor setiap pernyataan dan skor total dari pernyataan lainnya, tanpa memasukkan skor pernyataan yang sedang diuji ke dalam skor total pembanding. Meskipun demikian, hasil tersebut merupakan bukti empiris pada tingkat butir dan belum cukup untuk menyimpulkan validitas konstruk instrumen secara menyeluruh.

Secara keseluruhan, hasil analisis *Corrected Item-Total Correlation* menunjukkan bahwa seluruh butir pada instrumen kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* memiliki hubungan yang memadai dengan skor total instrumen. Seluruh koefisien korelasi butir-total terkoreksi memiliki nilai positif, lebih besar daripada nilai r tabel sebesar 0,197 pada taraf signifikansi 5%, serta melampaui acuan koefisien ≥ 0,30 yang digunakan sebagai indikator korelasi butir-total yang memadai (Field, 2013). Temuan tersebut memberikan bukti empiris awal mengenai kualitas butir, tetapi belum cukup untuk memastikan kesesuaian struktur konstruk dengan tujuh dimensi kreativitas ilmiah dan empat dimensi sikap *eco-religious*. Penelitian selanjutnya perlu menguji struktur faktor instrumen menggunakan data dan ukuran sampel yang memadai, serta melengkapi bukti validitas melalui pengujian pada sampel yang lebih beragam. Oleh karena itu, hasil korelasi butir-total perlu diinterpretasikan bersama hasil validasi isi oleh ahli dan bukti kualitas instrumen lainnya. Mengingat setiap dimensi kreativitas ilmiah hanya terdiri atas dua butir soal, analisis reliabilitas pada tingkat dimensi dilakukan menggunakan korelasi antarbutir dan koefisien Spearman–Brown. Hasil analisis reliabilitas pada ketujuh dimensi kreativitas ilmiah disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Korelasi Antarbutir dan Koefisien Spearman–Brown pada Setiap Dimensi Kreativitas Ilmiah

Nomor	Dimensi	Butir Soal	Korelasi Antarbutir (r)	*Spearman-Brown*
1	*Unusual Uses*	1-2	0,68	0,81
2	*Problem Finding*	3-4	0,61	0,76
3	*Scientific Imagination*	5-6	0,57	0,73
4	*Product Improvement*	7-8	0,54	0,70
5	*Creative Science Problem Solving*	9-10	0,49	0,66
6	*Creative Experiment Designing*	11-12	0,58	0,73
7	*Creative Product Design*	13-14	0,42	0,48

Analisis reliabilitas pada tingkat dimensi menunjukkan bahwa konsistensi internal instrumen kreativitas ilmiah belum sama pada seluruh dimensi. Lima dimensi telah mencapai kriteria reliabilitas yang digunakan dalam penelitian ini, sedangkan dimensi *Creative Science Problem Solving* dan *Creative Product Design* masih memerlukan perhatian lebih lanjut. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara dua butir yang merepresentasikan setiap dimensi bervariasi. Secara konseptual, ketujuh dimensi mengukur karakteristik kreativitas ilmiah yang berbeda. Dimensi *Unusual Uses* mengukur kemampuan peserta didik dalam menghasilkan berbagai alternatif pemanfaatan benda sederhana untuk kegiatan ilmiah atau edukasi energi terbarukan, sedangkan *Problem Finding* menekankan kemampuan mengidentifikasi permasalahan melalui penyusunan pertanyaan ilmiah berdasarkan fenomena yang disajikan. Selanjutnya, *Scientific Imagination* mengukur kemampuan mengembangkan gagasan inovatif untuk menciptakan lingkungan sekolah yang hemat energi, sementara *Product Improvement* berfokus pada kemampuan mengidentifikasi keterbatasan teknologi yang telah tersedia dan mengusulkan penyempurnaannya berdasarkan konsep Fisika. Dimensi *Creative Science Problem Solving* menuntut kemampuan menghasilkan berbagai solusi kreatif terhadap permasalahan pemenuhan kebutuhan energi, sedangkan *Creative Experiment Designing* mengukur kemampuan menyusun rancangan eksperimen secara sistematis untuk menentukan lokasi pemasangan panel surya yang paling efektif. Adapun *Creative Product Design* menuntut peserta didik mengintegrasikan gagasan kreatif ke dalam rancangan produk berupa rumah yang memanfaatkan energi terbarukan dengan mempertimbangkan fungsi, prinsip kerja, susunan komponen, dan pemilihan material. Perbedaan karakteristik dan tuntutan respons tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam memahami variasi konsistensi internal antardimensi. Hasil ini juga perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan bahwa setiap dimensi kreativitas ilmiah hanya terdiri atas dua butir. Pada kondisi tersebut, reliabilitas dimensi diestimasi berdasarkan hubungan antara kedua butir

menggunakan koefisien Spearman–Brown (Eisinga et al., 2013), sehingga kekuatan hubungan antarbutir sangat memengaruhi nilai reliabilitas yang diperoleh.

Kondisi yang memerlukan perhatian terutama terlihat pada dimensi *Creative Product Design*, yang memperoleh koefisien reliabilitas terendah dan memiliki nilai korelasi butir-total terkoreksi yang relatif lebih rendah dibandingkan butir pada dimensi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kedua butir yang merepresentasikan kemampuan merancang produk kreatif belum menunjukkan konsistensi pengukuran yang optimal. Karakteristik tugas pada dimensi ini menuntut peserta didik menyajikan rancangan secara menyeluruh, mulai dari gambar desain, hubungan antarbagian, fungsi komponen, prinsip kerja, hingga alasan pemilihan material berdasarkan konsep Fisika. Banyaknya komponen respons yang harus dipenuhi tersebut perlu diperhatikan dalam peninjauan kesesuaian butir dengan indikator serta kejelasan rubrik penskoran. Temuan ini juga sejalan dengan hasil analisis daya pembeda yang menunjukkan bahwa butir pada dimensi *Creative Product Design* masih memerlukan peninjauan, terutama pada butir 13. Dengan demikian, hasil analisis pada tingkat butir dan dimensi secara bersama-sama menunjukkan bahwa kedua butir tersebut perlu mendapatkan perhatian dalam pengembangan instrumen selanjutnya. Secara keseluruhan, nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,879 menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang tinggi ketika seluruh 14 butir digunakan sebagai satu kesatuan. Namun, hasil analisis per dimensi menunjukkan bahwa konsistensi internal belum merata pada seluruh aspek kreativitas ilmiah. Oleh karena itu, peninjauan dan penyempurnaan butir, khususnya pada dimensi yang belum mencapai kriteria reliabilitas, perlu dipertimbangkan agar setiap dimensi dapat diukur secara lebih konsisten. Selanjutnya, reliabilitas instrumen sikap *eco-religious* dianalisis pada tingkat setiap dimensi menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*. Hasil analisis reliabilitas pada keempat dimensi sikap *eco-religious* disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis Reliabilitas Instrumen Sikap *Eco-Religious*

Instrumen	**Indikator**	**Jumlah Butir**	**Nilai Cronbach's Alpha**	**Kriteria**
Sikap *Eco-Religious*	*Respect for Nature*	6	0,862	Reliabel
	Moral Responsibility for Nature	6	0,855	Reliabel
	Cosmic Solidarity	6	0,874	Reliabel
	Caring for Nature	6	0,851	Reliabel

Instrumen sikap *eco-religious* menunjukkan reliabilitas yang tinggi pada tingkat keseluruhan, dengan nilai *Cronbach's Alpha* yang melampaui kriteria ≥ 0,70 (Taber, 2018). Namun, nilai alpha yang tinggi tidak secara langsung membuktikan validitas konstruk maupun keterbedaan empiris antardimensi (Zakariya, 2022). Oleh karena itu, reliabilitas setiap dimensi juga ditinjau untuk memastikan konsistensi internalnya. Secara konseptual, keempat dimensi sikap *eco-religious* memiliki fokus pengukuran yang saling berkaitan, tetapi berbeda. Dimensi *Respect for Nature* menekankan penghormatan terhadap alam yang diwujudkan melalui kesadaran untuk memanfaatkan sumber energi secara bijaksana dan mendukung penggunaan energi terbarukan sebagai bentuk rasa syukur kepada Allah Swt. Sementara itu, *Moral Responsibility for Nature* lebih menekankan tanggung jawab moral individu dalam menjaga lingkungan melalui perilaku penggunaan energi secara bijaksana dan keterlibatan dalam pemanfaatan energi terbarukan. Dimensi *Cosmic Solidarity* menggambarkan kesadaran bahwa seluruh makhluk merupakan bagian dari keseimbangan alam ciptaan Allah Swt., sehingga tindakan yang dapat merusak lingkungan perlu dihindari. Adapun *Caring for Nature* menekankan kepedulian terhadap kelestarian lingkungan melalui tindakan nyata, seperti pengelolaan sampah organik dan pengurangan penggunaan kendaraan pribadi. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh dimensi memiliki konsistensi internal yang memadai, sehingga pernyataan dalam setiap dimensi secara umum menunjukkan keterkaitan dalam mengukur sikap *eco-religious*. Meskipun demikian, kesamaan fokus pada beberapa pernyataan, khususnya yang berkaitan dengan penggunaan energi secara bijaksana dan dukungan terhadap energi terbarukan, perlu diperhatikan karena berpotensi menimbulkan tumpang tindih antara dimensi *Respect for Nature* dan *Moral Responsibility for Nature*. Selain itu, pernyataan mengenai kesediaan melaporkan tindakan perusakan lingkungan perlu ditinjau kembali kesesuaiannya dengan konsep *Cosmic Solidarity*, sedangkan pernyataan mengenai pengolahan sampah organik perlu dipastikan keterkaitannya dengan konteks energi terbarukan. Meskipun demikian, nilai *Cronbach's Alpha* total yang melampaui 0,95

perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena dapat mengindikasikan adanya pernyataan yang saling tumpang tindih atau mengukur aspek yang sangat serupa (Tavakol & Dennick, 2011). Dengan demikian, selain penyempurnaan redaksi dan kesesuaian pernyataan terhadap masing-masing dimensi, pengujian struktur faktor masih diperlukan pada penelitian selanjutnya untuk memperoleh bukti lebih lanjut mengenai struktur konstruk instrumen. Hasil analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda instrumen penilaian kreativitas ilmiah disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Tingkat Kesukaran dan Daya Pembeda Instrumen Penilaian Kreativitas Ilmiah

Nomor Soal	Rata-rata Skor	Indeks Kesukaran	Kriteria	Nilai Daya Beda	Kriteria
1	2,79	0,70	Sedang	0,333	Cukup
2	2,97	0,74	Mudah	0,435	Baik
3	3,06	0,77	Mudah	0,398	Cukup
4	2,79	0,70	Sedang	0,315	Cukup
5	2,87	0,72	Mudah	0,296	Cukup
6	2,65	0,66	Sedang	0,343	Cukup
7	2,69	0,67	Sedang	0,398	Cukup
8	2,86	0,72	Mudah	0,343	Cukup
9	2,78	0,70	Sedang	0,269	Cukup
10	3,00	0,75	Mudah	0,361	Cukup
11	3,06	0,77	Mudah	0,352	Cukup
12	2,80	0,70	Sedang	0,352	Cukup
13	2,59	0,65	Sedang	0,185	Jelek
14	2,79	0,70	Sedang	0,204	Cukup

Analisis tingkat kesukaran menunjukkan bahwa instrumen kreativitas ilmiah didominasi oleh butir berkategori sedang dan mudah, tanpa adanya butir berkategori sukar berdasarkan kriteria tingkat kesukaran yang diadaptasi dari Arikunto (2013). Analisis tingkat kesukaran memberikan informasi mengenai proporsi peserta didik yang dapat menjawab suatu butir dengan benar atau memperoleh skor yang tinggi (Azizah & Supahar, 2023), tetapi tidak secara langsung menunjukkan kompleksitas proses berpikir yang diperlukan untuk menjawabnya. Oleh karena itu, hasil tersebut perlu ditafsirkan bersama tuntutan soal dan kesesuaiannya dengan indikator kreativitas ilmiah. Pada pengembangan selanjutnya, rentang tingkat kesukaran dapat diperluas melalui penambahan butir yang menuntut proses berpikir kreatif yang lebih kompleks, seperti menemukan permasalahan, menghasilkan gagasan yang beragam, dan merancang eksperimen.

Analisis daya pembeda menunjukkan bahwa sebagian besar butir memiliki kemampuan yang cukup dalam membedakan peserta didik berdasarkan tingkat kemampuan yang diukur, meskipun masih terdapat butir yang memerlukan perhatian. Klasifikasi daya pembeda dalam penelitian ini mengacu pada kriteria Arikunto (2013), sedangkan daya pembeda merupakan aspek penting dalam mengevaluasi kemampuan suatu butir untuk membedakan karakteristik respons peserta didik (Ghorbiy & Taufiq, 2026). Butir 13 dan 14 perlu ditinjau lebih lanjut karena memiliki daya pembeda dan korelasi butir-total terkoreksi yang relatif rendah serta sama-sama merepresentasikan dimensi *Creative Product Design*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa peserta didik dengan skor total tinggi belum memperoleh skor yang secara konsisten lebih tinggi pada kedua butir dibandingkan peserta didik dengan skor total rendah.

Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik soal dan rubrik penskoran. Secara khusus, butir 13 menuntut beberapa komponen respons sekaligus, sehingga skor berpotensi dipengaruhi oleh kelengkapan penyajian jawaban selain kualitas gagasan kreatif. Posisi butir pada bagian akhir tes juga dapat menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan. Namun, kedua kemungkinan tersebut masih merupakan dugaan yang perlu dikonfirmasi melalui analisis respons peserta didik dan peninjauan rubrik. Oleh karena itu, perbaikan butir perlu mempertimbangkan kesesuaian rumusan soal dengan indikator kreativitas ilmiah, karakteristik respons peserta didik, serta kejelasan dan konsistensi rubrik penskoran (Azizah & Supahar, 2023). Secara keseluruhan, analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda memberikan bukti empiris awal mengenai karakteristik butir instrumen. Instrumen telah menunjukkan kemampuan yang cukup untuk membedakan peserta didik secara

umum, tetapi rentang tingkat kesukaran dan daya pembeda beberapa butir masih perlu dioptimalkan. Pengembangan selanjutnya perlu memperluas variasi tuntutan berpikir dalam butir, khususnya melalui pengembangan dan revisi butir yang menuntut penalaran serta pengembangan gagasan yang lebih kompleks. Butir hasil pengembangan perlu ditelaah oleh ahli dan diuji kembali secara empiris untuk mengevaluasi kesesuaian isi, kejelasan rubrik, tingkat kesukaran, dan daya pembedanya.

Jika ditinjau dari kerangka validitas Messick (1995), penelitian ini menyediakan bukti awal berbasis isi melalui penilaian ahli serta informasi empiris mengenai hubungan butir dengan skor instrumen melalui korelasi butir-total terkoreksi. Sementara itu, koefisien reliabilitas memberikan informasi mengenai konsistensi internal skor instrumen. Bukti-bukti tersebut belum mencakup seluruh aspek validitas, khususnya struktur internal, proses respons, dan hubungan dengan variabel lain yang memerlukan pengujian lebih lanjut. Namun, kedua analisis tersebut belum secara langsung membuktikan struktur internal instrumen karena struktur faktor belum diuji dalam penelitian ini. Oleh karena itu, kesesuaian struktur konstruk dengan tujuh dimensi kreativitas ilmiah dan empat dimensi sikap *eco-religious* masih memerlukan pengujian struktur faktor pada penelitian selanjutnya. Bukti hubungan dengan variabel lain dalam penelitian ini diperoleh secara terbatas dan hasilnya diposisikan sebagai analisis eksploratif. Pada 84 peserta didik yang data kedua instrumennya dapat dipasangkan, korelasi skor total kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* sebesar $r = -0{,}15$ ($p = 0{,}19$). Korelasi yang lemah dan tidak signifikan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara kedua skor tidak terdeteksi secara statistik pada sampel penelitian ini. Namun, hasil tersebut belum dapat digunakan sebagai bukti bahwa kreativitas ilmiah dan sikap *eco-religious* merupakan konstruk yang berbeda atau sebagai bukti validitas diskriminan. Interpretasi hasil juga perlu mempertimbangkan rentang skor sikap *eco-religious* yang sempit akibat efek plafon, yang dapat memengaruhi besarnya korelasi yang diperoleh. Oleh karena itu, hubungan kedua konstruk perlu diuji lebih lanjut pada sampel dan kondisi pengukuran yang lebih beragam. Bukti proses respons, misalnya wawancara mengenai cara peserta didik memahami butir, belum dikumpulkan, sehingga hasil validasi dalam penelitian ini perlu dipahami sebagai bukti awal.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, instrumen kreativitas ilmiah dalam penelitian ini mempertahankan tujuh dimensi *Scientific Creativity Test* yang dikembangkan oleh Hu dan Adey (2002), tetapi seluruh tugas dikontekstualisasikan pada materi energi terbarukan. Reliabilitas instrumen sebesar $\alpha = 0{,}879$ menunjukkan konsistensi internal yang mendekati nilai reliabilitas tes acuan Hu dan Adey (2002), yang dilaporkan sebesar 0,893 dalam sumber sekunder, serta dapat dibandingkan dengan pengembangan instrumen berpikir kreatif pada konteks fisika lainnya (Ghorbiy & Taufiq, 2026). Perbandingan tersebut tetap perlu mempertimbangkan perbedaan jumlah butir, rentang skor rubrik, dan cakupan dimensi yang diukur. Pengembangan tes kreativitas ilmiah pada mata pelajaran kimia (Ramly et al., 2022) dan instrumen pemecahan masalah fisika pada konsep kalor (Youlanda & Jauhariyah, 2026) juga menunjukkan pentingnya pengujian kualitas instrumen sesuai konteks pembelajaran sains. Dalam penelitian ini, pengujian tersebut menunjukkan bahwa meskipun konsistensi internal skor total telah memadai, beberapa butir, khususnya butir 13 dan 14 pada dimensi *Creative Product Design*, masih memerlukan penyempurnaan.

Pada aspek sikap lingkungan, penelitian ini mengembangkan angket *eco-religious* berdasarkan empat dimensi etika lingkungan yang mengacu pada Faiz (2014). Cakupan tersebut berbeda dari instrumen *New Ecological Paradigm* (NEP) yang dikembangkan oleh Dunlap et al. (2000), karena tidak hanya mengukur orientasi ekologis, tetapi juga memasukkan pertimbangan etis dan religius dalam konteks pemanfaatan energi. Pengembangan ini melengkapi penelitian SCEL sebelumnya yang lebih berfokus pada kerangka dan penerapan model pembelajaran (Jauhariyah et al., 2026; Virginia et al., 2026). Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan dua instrumen yang saling melengkapi, yaitu tes kreativitas ilmiah yang dikontekstualisasikan pada energi terbarukan dan angket sikap *eco-religious* yang dikembangkan dalam kerangka SCEL. Kedua instrumen berpotensi digunakan secara berdampingan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kemampuan kreatif dan sikap etis-religius peserta didik dalam pembelajaran fisika. Namun, penyempurnaan butir dan rubrik *Creative Product Design* serta evaluasi variasi pernyataan angket tetap diperlukan untuk meningkatkan kualitas pengukuran.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Uji coba empiris melibatkan 100 peserta didik dari satu sekolah, sehingga temuan belum dapat digeneralisasi secara luas ke populasi dengan karakteristik yang berbeda. Selain itu, angket sikap *eco-religious* disusun berdasarkan nilai religius Islam sehingga penerapannya pada peserta didik dengan latar belakang agama yang berbeda memerlukan penyesuaian dan pengujian lebih lanjut. Validasi ahli dilakukan pada tingkat kriteria penilaian instrumen, bukan pada setiap butir secara individual, sedangkan struktur faktor kedua instrumen belum diuji. Penskoran tes uraian kreativitas ilmiah juga dilakukan oleh satu penilai, sehingga reliabilitas antarpenilai belum dapat dievaluasi. Penelitian selanjutnya

disarankan melibatkan sampel dari beberapa sekolah, menguji struktur faktor instrumen, melakukan telaah dan revisi butir yang bermasalah, serta melibatkan lebih dari satu penilai untuk mengevaluasi konsistensi penskoran tes uraian.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan dua instrumen penilaian untuk materi energi terbarukan berbasis *Scientific Creativity Eco-Religious Learning* (SCEL), yaitu tes uraian kreativitas ilmiah yang terdiri atas 14 butir berdasarkan tujuh dimensi Hu dan Adey (2002) serta angket sikap *eco-religious* yang terdiri atas 24 pernyataan berdasarkan empat dimensi. Hasil penilaian tiga validator menunjukkan skor modus 4 pada seluruh kriteria isi, konstruksi, dan bahasa, dengan *Percentage of Agreement* sebesar 85,71%–100%. Secara empiris, seluruh butir memenuhi kriteria korelasi butir-total terkoreksi. Skor total kedua instrumen menunjukkan konsistensi internal yang memadai, dengan nilai Cronbach's Alpha masing-masing sebesar 0,879 untuk kreativitas ilmiah dan 0,955 untuk sikap *eco-religious*. Namun, reliabilitas pada tingkat dimensi kreativitas ilmiah belum merata karena hanya lima dari tujuh dimensi yang mencapai koefisien Spearman–Brown ≥ 0,70. Selain itu, butir 13 memiliki daya pembeda rendah (0,185), sedangkan 13 butir lainnya memiliki daya pembeda cukup hingga baik. Pada angket *eco-religious*, keempat dimensi menunjukkan konsistensi internal dengan koefisien Cronbach's Alpha sebesar 0,851–0,874, tetapi distribusi respons yang terkonsentrasi pada skor tertinggi mengindikasikan adanya efek plafon.

Temuan penelitian ini merupakan bukti awal mengenai kualitas isi dan karakteristik empiris kedua instrumen, bukan bukti validitas konstruk secara menyeluruh. Interpretasi hasil perlu mempertimbangkan keterbatasan penelitian, yaitu uji coba yang hanya melibatkan 100 peserta didik dari satu sekolah, struktur faktor kedua instrumen yang belum diuji, validasi ahli yang dilakukan pada tingkat kriteria, serta penskoran tes uraian oleh satu penilai sehingga reliabilitas antarpenilai belum diketahui. Selain itu, angket *eco-religious* disusun berdasarkan nilai religius Islam dan memerlukan penyesuaian apabila digunakan pada peserta didik dengan latar belakang agama yang berbeda.

Kedua instrumen berpotensi dimanfaatkan secara berdampingan untuk asesmen formatif dan pemetaan awal kreativitas ilmiah serta sikap *eco-religious* dalam pembelajaran fisika berbasis SCEL. Penggunaan tes kreativitas ilmiah disarankan berdasarkan skor total, sedangkan hasil angket perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan indikasi efek plafon. Pengembangan selanjutnya perlu memprioritaskan revisi butir 13 dan rubrik *Creative Product Design*, penyempurnaan dimensi kreativitas ilmiah yang reliabilitasnya belum memadai, serta perbaikan variasi pernyataan angket. Pengujian pada sampel yang lebih besar dan beragam, analisis struktur faktor, serta pelibatan lebih dari satu penilai juga diperlukan untuk memperkuat kualitas instrumen sebelum digunakan dalam konteks yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Penelitian Kebijakan Mahasiswa FMIPA Tahun 2026 yang telah memberikan dukungan pendanaan terhadap pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh anggota kelompok penelitian atas kerja sama dan kontribusinya selama proses penelitian, serta kepada pihak SMA Negeri 1 Gedangan yang telah memberikan izin dan membantu pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen dan guru validator yang telah memberikan masukan serta melakukan validasi terhadap instrumen penelitian.

KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi penulis dalam penelitian ini meliputi: Lintang Virginia berperan dalam *Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, Data Curation,* dan *Writing – Original Draft*. Mukhayyarotin Niswati Rodliyatul Jauhariyah selaku dosen pembimbing berperan dalam *Supervision, Conceptualization* dan *Writing – Review & Editing*. Isa Abdullah berkontribusi dalam *Methodology, Resources, and Project Administration*. Isybi Imadillah Al Siddiqiy, Miftakhul Aulia Ardani, dan Mochamad Charis Mustofa berkontribusi dalam *Instrument Development* dan *Data Collection*. Stefanus Nathaniel Reginal Kolondam berkontribusi dalam *Writing – Review & Editing.* Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir 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 plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) digunakan secara terbatas dalam proses penulisan naskah ini. ChatGPT digunakan untuk membantu penataan bahasa dan penyempurnaan kalimat agar naskah lebih jelas dan mudah dipahami. Data penelitian dan hasil analisis tidak dihasilkan oleh AI. Para penulis telah meninjau dan menyunting seluruh bagian naskah yang dibantu oleh AI untuk memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kesesuaiannya dengan standar etika dan ilmiah. Para penulis bertanggung jawab penuh atas isi dan versi akhir naskah.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Pambudi, N., Riva Nanda, I., Tahta Alfina, F., & Zulfia Syahrial, A. (2024). Renewable energy education and awareness among Indonesian students: Exploring challenges and opportunities for a sustainable future. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *63, Article 103631*. https://doi.org/10.1016/j.seta.2024.103631

Al-Abdali, N. S., & Al-Balushi, S. M. (2016). Teaching for Creativity by Science Teachers in Grades 5–10. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *14*, 251–268. https://doi.org/10.1007/s10763-014-9612-3

Annisa, A., Wahyuni, S., & Ahmad, N. (2023). Pengembangan instrumen penilaian berbantuan QuizWhizzer untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif siswa SMP pada materi gerak dan gaya. *Paedagoria: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan, 14*(3), 213–225. https://doi.org/10.31764/paedagoria.v14i3.14626

Arikunto, S. (2013). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan* (Edisi 2). Bumi Aksara.

Azizah, I., & Supahar. (2023). Analisis kualitas butir soal penilaian harian bersama fisika kelas X SMA Negeri 1 Patikraja. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *10*(2), 90–104. https://journal.student.uny.ac.id/pfisika/article/view/18230

Borich, G. D. (1994). *Observation skills for effective teaching* (2nd ed.). Macmillan.

Creswell, J. W. (2009). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (3rd ed.). SAGE Publications.

Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). New trends in measuring environmental attitudes: Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues, 56*(3), 425–442. https://doi.org/10.1111/0022-4537.00176

Dwikoranto, Surasmi, W. A., Suparti, & Setiani, R. (2024). Assessing the Validity and Effectiveness of Student Worksheets and Creativity Tests in Enhancing the Creativity of Open University Students. *Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, *12*(2), 376–389. https://doi.org/10.33394/j-ps.v12i2.9979

Eisinga, R., te Grotenhuis, M., & Pelzer, B. (2013). The reliability of a two-item scale: Pearson, Cronbach, or Spearman-Brown? *International Journal of Public Health, 58*(4), 637–642. https://doi.org/10.1007/s00038-012-0416-3

Faiz, F. (2014). Islamic EcoReligious: Prinsip Prinsip Teologis Islam Tentang Etika Lingkungan. *Jurnal Filsafat Dan Pemikiran Islam*, *14*(2), 151–164. https://doi.org/10.14421/ref.v14i2.1105

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). SAGE Publications.

Ghorbiy, B., Parno, & Taufiq, A. (2026). Item analysis of a creative thinking skills test on dynamic fluids material. *Momentum: Physics Education Journal, 10*(1). https://doi.org/10.21067/mpej.v10i1.12277

Hong, O., Park, M. H., & Song, J. (2022). The assessment of science classroom creativity: Scale development. *International Journal of Science Education, 44*(8), 1356–1377. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2077466

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 389–403. https://doi.org/10.1080/09500690110098912

Jauhariyah, M. N. R., Wasis, & Sunarti, T. (2026). Scientific creativity and eco-religious perspectives in sustainability-oriented science education: A conceptual review toward the SCEL model. *Multidisciplinary Reviews, 9*(12), e2026602. https://doi.org/10.31893/multirev.2026602

Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, *35*(6), 382–385. https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017

Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, *50*(9), 741–749. https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.741

Ramly, S. N. F., Ahmad, N. J., & Yakob, N. (2022). Development, validity, and reliability of chemistry scientific creativity test for pre-university students. *International Journal of Science Education, 44(14), 1–16.* https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2116298

Rizki, S., Razi, P., Mufit, F., & Novitra, F. (2026). Analyzing students' creative thinking skills as a basis for developing digital physics teaching materials on renewable energy topics. *Jurnal Pendidikan Fisika, 14*(1), 38–52. https://doi.org/10.26618/g9jhh304

Saefan, J., Kurniawan, W., & Rini, N. W. (2025). Instructional Tasks for Fostering Scientific Creativity in Physics Education : A Systematic Review (2020 – 2024). *Jurnal Lontar Physics Today*, *4*(2), 120–129. https://doi.org/10.26877/lpt.v4i2.24435

Setiawan, R., Wagiran, & Alsamiri, Y. (2024). Construction of an instrument for evaluating the teaching process in higher education: Content and construct validity. *REID (Research and Evaluation in Education), 10*(1), 50–63. https://doi.org/10.21831/reid.v10i1.63483

Siyamuningsih, L. A., Khoiri, N., Nuroso, H., & Hayat, M. S. (2025). Development of Learning Tools with Project-Based Learning (PjBL) Model on Students ' Creative Thinking Skills in Renewable Energy Material. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *11*(5), 181–189. https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.10783

Subhaktiyasa, P. G. (2024). Evaluasi Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif : Sebuah Studi Pustaka. *Journal of Education Research*, *5*(4), 5599–5609. https://doi.org/10.37985/jer.v5i4.1747

Syamra, F. M., & Suryadi, A. (2025). Comparing project-based learning and integrated STEM approach in enhancing scientific creativity in renewable energy education. *Pedagogical Research, 10*(3), Article em0244. https://doi.org/10.29333/pr/16751

Syihabuddin, M., Mubaraq, Z., & Mustofa, M. L. (2023). Elucidating Eco-Religious in Islamic Studies and the Future of Environmental Ethics. *Al'Adalah*, *26*(2), 189–207. https://doi.org/10.35719/aladalah.v26i2.370

Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education, 48*(6), 1273–1296. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2

Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education, 2*, 53–55. https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd

Virginia, L., Jauhariyah, M. N. R., Yuberti, Y., Abdullah, I., Ardani, M. A., & Sofita, M. (2026). SCEL-based science learning to strengthen problem-solving skills and eco-religious attitudes in supporting the SDGs. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education, 9*(2), 495–512. https://doi.org/10.24042/ijsme.v9i2.30959

Wakhidah, N., & Erman, E. (2022). Examining environmental education content on Indonesian Islamic religious curriculum and its implementation in life. *Cogent Education, 9*(1), Article 2034244. https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2034244

Wulandari, K., Khoiroh, M., & Prihatiningtyas, S. (2023). Pengembangan instrumen penilaian formatif materi usaha dan energi pada mata pelajaran fisika SMA/MA. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics, 5*(1), 1–7. https://doi.org/10.37058/diffraction.v5i1.6216

Xu, S., Reiss, M. J., & Lodge, W. (2025). Comprehensive Scientific Creativity Assessment (C-SCA): A New Approach for Measuring Scientific Creativity in Secondary School Students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *23*(2), 293–319. https://doi.org/10.1007/s10763-024-10469-z

Youlanda, A. T., & Jauhariyah, M. N. R. (2026). Development and validation of a physics test instrument to measure problem-solving skills on heat concepts. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika, 14*(2), 310–324. https://doi.org/10.20527/bipf.v14i2.25819

Zainuri, B. N. S. (2022). Development and psychometric evaluation of a physics creative thinking assessment instrument based on classical test theory for senior high school students. *Indonesian Journal of Teacher Education*, *3*(4), 511–522.

Zakariya, Y. F. (2022). Cronbach's alpha in mathematics education research: Its appropriateness, overuse, and alternatives in estimating scale reliability. *Frontiers in Psychology, 13*, Article 1074430. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1074430