

Kelayakan E-Modul IPA Terintegrasi STEM Untuk Penguatan Sustainable Development Goals (SDGs) Dan Profil Pelajar Pancasila Dimensi Berpikir Kritis

¹ Muh. Arafatir Al Jarwi, ¹ Joni Rokhmat, ¹ A Wahab Jufri

¹ Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: muharafatira@gmail.com

Received: November 2025; Revised: November 2025; Published: December 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul IPA terintegrasi STEM yang layak (valid dan reliabel) untuk penguatan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis. Jenis penelitian yang digunakan adalah R & D dengan desain pengembangan 4D yang terdiri dari tahap define, design, develop dan disseminate. Pada tahap develop terdiri dari uji validasi dan reliabilitas. Uji validasi dilakukan oleh tiga validator untuk menilai content validity. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar angket validasi, respon Guru, respon peserta didik, lembar keterlaksanaan pembelajaran, soal angket SDGs dan soal tes berpikir kritis. Teknik analisis data menggunakan indeks validitas Aiken's V, dan uji reliabilitas Percentage of Agreement. Hasil uji validasi e-modul dan perangkat pembelajaran pada aspek content validity memiliki kategori sangat valid karena indeks validitas $> 0,8$ dan penilaian antar validator dinyatakan reliabel karena persentase kesepakatan $> 75\%$ untuk penguatan Sustainable Development Goals (SDGs) dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis. Sehingga dapat disimpulkan bahwa e-modul IPA terintegrasi STEM teruji valid dan reliabel untuk penguatan Sustainable Development Goals (SDGs) dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis.

Kata kunci: E-modul IPA, STEM, Sustainable Development Goals (SDGs), Profil Pelajar Pancasila, Berpikir Kritis.

How to Cite: Jarwi, M. A. A., Rokhmat, J., & Jufri, A. W. (2025). Kelayakan E-Modul IPA Terintegrasi STEM Untuk Penguatan Sustainable Development Goals (SDGs) Dan Profil Pelajar Pancasila Dimensi Berpikir Kritis. *Journal of Authentic Research*, 4(2), 2885-2903. <https://doi.org/10.36312/47mwb043>



<https://doi.org/10.36312/47mwb043>

Copyright© 2025 Jarwi et al
This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Pendidikan saat ini mengadopsi kurikulum Merdeka. Tujuan kurikulum ini adalah perbaikan sumber daya manusia dan peningkatan mutu pendidikan di Indonesia (Fadil et al., 2023). Kurikulum yang baru ini diharapkan mampu membuat Indonesia setara dengan negara lain. Hal ini juga sejalan dengan adanya program yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) SDGs terutama di bidang Pendidikan. Sebelum adanya program SDGs, program sebelumnya yang dibuat oleh pemerintah yaitu Millennium Development Goals (MDGs) yang dirancang sejak tahun 2000. Program ini berakhir pada tahun 2015, sehingga pemerintah memunculkan program SDGs yang akan berakhir pada tahun 2030 (Safitri et al., 2022; Fadil et al., 2023). Ini merupakan rencana program berkelanjutan yang terutama dalam bidang pendidikan yang dicanangkan oleh negara-negara di dunia, termasuk di Indonesia. SDGs merupakan program yang berupaya meningkatkan kualitas hidup

terutama di bidang Pendidikan (Humaida et al., 2020). Dengan diimplementasikannya kurikulum merdeka belajar bagi pendidikan di Indonesia, diharapkan mampu meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia sehingga bisa mencapai salah satu program SDGs yaitu di bidang pendidikan. Sehingga bisa menghasilkan lulusan-lulusan yang berkualitas serta mampu mengejar ketinggalan dengan negara-negara di dunia.

Pengimplementasian kurikulum merdeka, tidak jauh dari Profil pelajar Pancasila. Adapun yang melatarbelakangi munculnya Profil Pelajar Pancasila adalah mundurnya karakter peserta didik saat ini dikarenakan arus globalisasi, perkembangan teknologi, pergeseran sosio-kultural, perubahan lingkungan hidup, dan degradasi nilai-nilai kearifan lokal (Irfanto, 2022; Rudiawan & Asmaroini, 2022). Kemunduran moral, mengatasnamakan trend yang menyebabkan perilaku menyimpang, hal ini bukanlah karakter asli yang ada dalam nilai-nilai kehidupan bangsa Indonesia sehingga menandakan bahwa moral generasi kita saat ini buruk (Budiarto, 2020). Tujuan penguatan pendidikan karakter dalam mewujudkan Pelajar Pancasila pada dasarnya adalah mendorong lahirnya individu yang baik, yang memiliki enam ciri utama, yaitu bernalar kritis, kreatif, mandiri, beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, berakhhlak mulia, bergotong royong, dan ber global (Ismail et al., 2021; Nur'Inayah, 2021).

Aspek penting yang harus dikembangkan dalam Pendidikan secara bersamaan adalah keterampilan berpikir, dalam hal ini keterampilan berpikir kritis (Prayogi, S., 2019) dan pendidikan karakter (Wahyudi et al., 2018). Kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, kemampuan dalam berkomunikasi, dan kolaborasi serta menguasai teknologi informasi pada saat ini sangat dibutuhkan (Yuliati & Saputra, 2019). Ini merupakan jalan untuk mendapatkan individu yang berkualitas karena seberapa pun tinggi pendidikan seseorang apabila tidak memiliki keterampilan, keberhasilan akan menjauh dari dirinya. Salah satu dari enam dimensi profil pelajar Pancasila yaitu bernalar kritis yang termasuk ke dalam berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis adalah aspek penting dalam pendidikan modern (Mouhtarim., 2018; Walter & Walter., 2018), kompetensi penting dalam kesuksesan siswa (Verawati et al., 2019a, 2019b; Hasanpour et al., 2018; Prayogi et al., 2017), dan penting dalam kemampuan kehidupan nyata (Mutakinati & Anwari., 2018). Berpikir kritis adalah kemampuan yang penting yang harus dimiliki oleh siswa dalam memecahkan masalah (Handoyo et al., 2019; Özgenel., 2018) dan sebuah proses untuk membuat keputusan yang masuk akal (Özgenel., 2018) sehingga apa yang kita pikirkan adalah tentang kebenaran yang bisa kita lakukan dengan benar. Berpikir kritis membantu siswa untuk mendefinisikan sebab dari perubahan dalam variabel dan efek dari satu variabel di dalam beberapa variabel (Duran & Dökme, 2016). Hal yang penting dalam berpikir kritis adalah praktik, refleksi, dan reasonable (Handoyo et al., 2019; Mutakinati & Anwari., 2018), keyakinan dan aksi. Dari kombinasi ini dari kelima komponen, berpikir kritis didefinisikan sebagai berpikir reflektif yang fokus memutuskan apa yang dipercaya untuk dilakukan.

Paradigma pendidikan abad ke-21 tidak lepas dari peran teknologi informasi saat ini, terlebih lagi sistem pembelajaran harus mengikuti perkembangan dunia yang semakin canggih. Apabila perkembangan ini tidak diikuti, kita akan tertinggal oleh perkembangan zaman terutama di dunia pendidikan. Salah satu dampak perubahan bagi peserta didik pada abad ini adalah STEM (*science, technology, engineering, and*

mathematics). Tujuan dari pendidikan STEM adalah mengintegrasikan ilmu multidisiplin sebagai kunci pemahaman mendalam dan pembelajaran bermakna (Baharin et al., 2018). Pendidikan STEM memberi siswa kesempatan untuk menerapkan konsep dan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu secara terpadu untuk memecahkan permasalahan di dunia nyata. Keterampilan STEM menekankan pada pemecahan masalah, keterampilan sistem, keterampilan teknologi dan teknik, serta keterampilan manajemen waktu, sumber daya, dan pengetahuan (Kuenzi, 2008; Jang, 2016). Eksperimen ilmiah saja tidak cukup untuk meningkatkan keterampilan siswa, tetapi bagaimana menerapkan konsep ilmiah untuk merancang teknologi atau produk dan memecahkan masalah juga diperlukan. Perubahan kehidupan manusia akan diiringi dengan perkembangan teknologi (Mutakinati, 2018). Penggunaan teknologi sebagai sumber belajar dapat berfungsi sebagai alat transformasi bagi guru, siswa, dan stakeholder pendidikan lainnya yang menjadi pengguna aktif dari teknologi pendidikan (Muhamimin et al., 2019).

Bagian yang tidak kalah penting yaitu pemilihan model pembelajaran yang digunakan. Model pembelajaran yang mampu menciptakan suasana belajar yang menantang yang melatih peserta didik untuk menghadapi masalah dan mampu memikirkan solusi masalah yang dihadapi. Salah satu model pembelajaran yang dibutuhkan peserta didik dan membuat proses belajar mengajar efektif dan efisien secara langsung adalah menyusun pengetahuan melalui pengalaman, yaitu *project based learning* (Jarwi et al., 2023). *Project based learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang mengajak peserta didik untuk memecahkan masalah secara berkelompok (Diana et al., 2021). Pembelajaran terintegrasi proyek merupakan model belajar mengajar yang mendorong siswa untuk belajar melalui proyek (Roslina et al., 2022). *Project based learning* (PjBL) adalah bentuk pembelajaran yang berfokus pada peserta didik dan melibatkannya dalam proses pembelajaran (Nurhidayah et al., 2021). Pembelajaran dengan model *project based learning* akan menjadi pembelajaran yang bermakna karena dalam prosesnya melibatkan peserta didik secara langsung untuk memahami konsep, memecahkan masalah dengan menyelesaikan proyek, dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif (Made et al., 2022). Strategi siswa untuk sukses dalam pembelajaran abadi ini adalah dengan menerapkan model PjBL karena model ini dapat meningkatkan kemampuan proses sains peserta didik (Milla et al., 2019).

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di SMAN 1 Sakra. Kegiatan pembelajaran yang berlangsung hanya sebatas transfer ilmu dari guru ke peserta didik tanpa adanya diskusi yang berkelanjutan. Sumber belajar yang digunakan adalah buku paket IPA Terpadu tanpa adanya sumber belajar lain yang lebih memotivasi siswa serta penguatan sustainable development goals (SDGs) dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis. Sumber belajar yang bergantung pada buku paket menyebabkan pembelajaran terkesan monoton. Pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung, peserta didik terlibat dalam pembelajaran tetapi kemampuan mereka seperti mengamati, bertanya, menganalisis, dan memberikan pendapat masih belum terlihat dalam proses pembelajaran. Beberapa permasalahan yang terjadi perlu diperhatikan sehingga diperlukan inovasi baru untuk menciptakan kegiatan pembelajaran yang nyaman dan menarik bagi peserta didik. Kegiatan pembelajaran yang menarik dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sumber belajar yang digunakan dengan memanfaatkan teknologi.

Kegiatan pembelajaran yang menarik dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sumber belajar yang digunakan dengan memanfaatkan teknologi. Selain itu, metode, strategi, dan model pembelajaran yang akan digunakan dalam kegiatan pembelajaran perlu diperhatikan untuk mencapai pembelajaran yang memadai, maka harus dilengkapi dengan sarana, perasarana, dan bahan ajar yang memadai. Salah satu media yang efektif, efisien, dan mengutamakan kemandirian siswa adalah E-Modul (Kuncahyono, 2019). E-modul memiliki manfaat dalam penggunaannya sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran antara lain, dapat menambah dan memperluas cakrawala pengetahuan yang ada di dalam kelas, dapat merangsang untuk berpikir, bersikap, dan berkembang lebih lanjut (Wahyudi., 2019). Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan untuk membantu peserta didik dalam belajar adalah E-Modul IPA. E-Modul IPA merupakan suatu bahan ajar yang disusun secara sistematis, dikemas menggunakan perangkat elektronik, dan dapat diakses melalui komputer, laptop, dan handphone untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan saat melakukan observasi, perlu dilakukan pengembangan E-Modul IPA terintegrasi STEM sebagai bahan ajar alternatif yang digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran di kelas X IPA. Tujuan dari pengembangan ini adalah untuk memperkuat sustainable development goals (SDGs) dan profil pelajar pancasila dalam dimensi berpikir kritis.

METODE

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R & D). Metode R & D adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu kemudian menguji keefektifan produk yang dikembangkan tersebut (Sugiyono, 2017). Kualitas produk yang dikembangkan harus memiliki kriteria valid, praktis, dan efektif. Dalam penelitian ini, produk yang akan dihasilkan adalah E-Modul IPA terintegrasi terintegrasi STEM untuk penguatan *Sustainable Development goals* (SDGs), dan profil pelajar pancasila dimensi berpikir kritis.

Model penelitian pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model 4D menurut Thigarajan, Semmel, dan Semmel (1974) yang meliputi tahap *define, design, develop* dan *disseminate*. Model 4D digunakan karena tahapan dalam model 4D sangat jelas, ringkas dan sederhana dalam setiap langkah-langkahnya.

TEKNIK ANALISIS DATA

Analisis data dalam penelitian pengembangan ini adalah data kelayakan.

a. Teknik analisis uji kelayakan bahan ajar

Teknik analisis uji kelayakan E-Modul IPA terintegrasi STEM untuk penguatan *Sustainable Development Goals* SDGs dan profil pelajar pancasila dimensi berpikir kritis dikatakan layak berdasarkan hasil ke-validan dan realibilitas perangkat berdasarkan penilaian ahli.

1) Validasi Perangkat

Validitas E-modul IPA termasuk dengan perangkat pembelajaran dihitung menggunakan formula Aiken's V sebagai berikut.

$$\% \text{ valid} = \frac{\text{jumlah sekor dari penilai}}{\text{jumlah sekor maximal}} \times 100\% \quad 3.1$$

Nilai dari ketiga validator akan dijumlahkan untuk memperoleh persentase rata-rata :

$$V = \frac{\sum \text{rata-rata skor tiap ahli}}{\text{Jumlah validator}} \quad 3.2$$

E-modul IPA berada pada kategori valid dan sangat valid jika berada pada rentang $61 \leq v \leq 100$. Kategori validitas yang tidak valid, kurang valid, dan cukup berada pada rentang $0 \leq v \leq 60$. Berikut ini merupakan tabel kriteria validasi berdasarkan hasil yang didapatkan dari persamaan 3.1 dan 3.2

Tabel 3.1 Kriteria Hasil Evaluasi Validasi

| Hasil Penskoran | Tingkat Validitas |
|-----------------|---------------------|
| 0 – 20 | Sangat kurang valid |
| 21 – 40 | Kurang valid |
| 41 – 60 | Cukup valid |
| 61 – 80 | Valid |
| 81 – 100 | Sangat valid |

(Arikunto, 2010)

2) Realibilitas Perangkat

Relibilitas dalam penelitian ini menggunakan metode Borich yang dikenal dengan Percentage of Agreement (PA). Metode Borich ini digunakan untuk 2 validator sehingga analisisnya dilakukan dengan cara mengkombinasikan antar 2 validator, sehingga terdapat 3 kombinasi pasangan validator. Untuk setiap perangkat nilai. Formula percentage agreement (PA) Reliabilitas perangkat pembelajaran menggunakan rumus:

$$PA = \left(1 - \frac{A-B}{A+B}\right) \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

Dengan A merupakan skor penilai yang lebih besar dan B skor yang lebih kecil. Skor yang lebih besar (A) selalu dikurangi dengan skor yang lebih kecil (B). Instrumen dikatakan reliabel jika nilai persentase kesepakatannya lebih atau sama dengan 75%. Jika dihasilkan kurang dari 75%, maka harus diuji untuk kejelasan dan persetujuan dari pengamat (Borich, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-modul IPA terintegrasi STEM untuk penguatan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dan profil pelajar pancasila dimensi berpikir kritis.

E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan desain pengembangan 4D yang mencakup empat tahapan: *define, design, develop, and disseminate*. Berikut adalah hasil dari setiap tahapan tersebut.

Hasil penelitian pengembangan

A. Tahap *Define*

Hasil tahap *define* meliputi hasil analisis awal, hasil analisis peserta didik, hasil analisis kurikulum, hasil analisis indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran, hasil analisis media, dan spesifikasi produk.

1. Analisis awal

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara dengan Guru di sekolah, didapatkan bahwa peserta didik hanya menggunakan bahan ajar berupa buku paket IPA fisika dalam pembelajaran. Hasil observasi menunjukkan bahwa buku paket tersebut belum mengintegrasikan pembelajaran dengan SDGs dan kurikulum merdeka dengan enam dimensi, salah satunya berpikir kritis yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari di sekitar peserta didik, sedangkan dalam implementasi kurikulum merdeka. Bahan ajar yang digunakan disajikan pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 1. Bahan Ajar dan Kegiatan Belajar di Sekolah

Gambar 1 menunjukkan kegiatan pembelajaran dalam buku paket IPA fisika dengan submateri energi terbarukan. Pada kegiatan pembelajaran peserta didik disuguhkan dengan materi tentang energi terbarukan dengan tidak adanya aktivitas untuk memperkuat pengetahuan peserta didik tentang SDGs dan berpikir kritis. Analisis hal tersebut mungkin menjadi sulit bagi peserta didik karena mereka hanya mengandalkan ilustrasi diagram tanpa konteks nyata. Oleh karena itu, memberikan contoh konkret yang terkait dengan STEM kebiasaan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari serta isu kontekstual yang berhubungan dengan energi terbarukan dapat membantu peserta didik memahami materi tersebut dengan lebih baik.

Buku paket yang digunakan memiliki beberapa kelemahan, terutama karena lebih berfokus pada konten materi dan kurang memperhatikan pengembangan dalam penguatan SDGs dan berpikir kritis. Misalnya, dalam penguatan SDGs, dapat disajikan isu-isu kontekstual yang ada di sekitar peserta didik, seperti bentuk teknologi yang digunakan dalam pengelolaan air, cara mengelola air agar pada saat musim kemarau, dan sikap dalam penggunaan teknologi untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Dalam berpikir kritis, seperti menalar dan mengintegrasikan yang merupakan salah satu indikator berpikir kritis, seharusnya dapat dilakukan melalui contoh nyata yang berbasis pada budaya atau kebiasaan masyarakat setempat. Dengan demikian, peserta didik akan terdorong untuk mencari tahu.

2. Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik bertujuan untuk mengkaji kebutuhan peserta didik terhadap e-modul yang akan dikembangkan. Analisis peserta didik dilakukan dengan memberikan lembar observasi pada peserta didik. Berdasarkan hasil analisis angket kebutuhan peserta didik dan hasil wawancara dengan beberapa Guru memberikan informasi bahwa salah satu faktor penyebabnya adalah kurang variatifnya sumber belajar karena hanya menggunakan

buku ajar yang direkomendasikan Kemendikbud, dan dalam pembelajaran Guru belum pernah mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran, serta mengangkat isu kontekstual yang ada di masyarakat. Sejalan dengan implementasi kurikulum merdeka di SMAN 1 Sakra yang telah berjalan selama kurang lebih tiga tahun ajaran. Gambar pada saat peyerahan observasi kesekolah disajikan pada gambar berikut.



Gambar 2. Observasi ke Sekolah

Pada gambar 2 menunjukkan observasi yang telah dilakukan kesekolah dengan memberikan angket kepada setiap siswa serta hasil observasi terhadap guru kelas yang diperkuat dengan pernyataan Guru yang menyatakan bahwa dalam kegiatan pembelajaran sangat diperlukan inovasi sumber belajar, salah satunya berupa e-modul. Dengan mempertimbangkan permasalahan lainnya seperti kurangnya integrasi kearifan lokal dan isu kontekstual dalam pembelajaran, serta melihat gaya belajar peserta didik yang beragam, maka e-modul yang dikembangkan sangat relevan dengan kurikulum merdeka yang saat ini di terpkan yang diintegrasikan dengan STEM dan penguatan SDGs untuk meneingkatakan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3. Analisis Konsep

Analisis ini bertujuan untuk menentukan kesesuaian materi dan kompetensi yang akan diajarkan dengan menganalisis Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang berpedoman pada Kurikulum Merdeka. Materi yang digunakan dalam pengembangan e-modul telah disesuaikan melalui studi pustaka, analisis budaya terkait konsep-konsep budaya atau kebiasaan masyarakat lokal dan analisis aspek isu sosial sains yang relevan dengan mata pelajaran IPA fisika. Materi yang dikembangkan untuk e-modul ini berfokus pada materi energi terbarukan kelas X, dan mencakup aspek budaya dan aspek isu sosial sains yang diintegrasikan dalam pengembangan e-modul.

Aspek budaya yang diangkat meliputi tradisi gendang beleq, seribu dulang, malean sampi, dan tradisi menggunakan kotoran kerbaor atau sapi sebagai lantai rumah yang diintegrasikan dengan materi energi terbarukan, yang merupakan bagian penting dari kehidupan sehari-hari peserta didik. Selain itu, penelitian ini juga mengangkat isu-isu sosial masyarakat yang relevan dengan lingkungan sekitar, SDGs, seperti penggunaan teknologi terbarukan yang digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil seperti penggunaan kincir air dan angin untuk menghasilkan energi listrik dan juga penggunaan bahan bakar biomassa menjadi gas dan listrik. Aspek ini diintegrasikan untuk memberikan konteks yang lebih mendalam dan relevan bagi peserta didik, dengan mengaitkan pembelajaran sains dengan realitas budaya dan isu lingkungan yang mereka hadapi sehari-hari. Relevansi antara materi pembelajaran dengan aspek budaya dan STEM yang diangkat disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Relevansi Aspek Budaya/ SDGs dan STEM dengan materi

| Kegiatan | Sub-Materi | Aspek | STEM |
|----------|------------|-------|------|
|----------|------------|-------|------|

| Budaya/SDGs | | | |
|--------------------|---|--|--|
| I | Energi terbarukan | Gendang beleq dan jangger merupakan tradisi masyarakat lombok yang sering digunakan dalam acara adat begawe | Kegiatan peraktikum dengan menggunakan alat peraga seperti praktikum dasar menggunakan alat sederhana seperti balok, tali, dan alat ukur |
| II | Bentuk-bentuk energi | Pengelolaan air dengan memanfaatkan teknologi kincir air/angin yang memanfaatkan energi kinetik air/angin sebagai penggerak untuk pengelolaan air | Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan alat peraga seperti kincir air untuk menetukan energi kinetik air |
| III | Sumber energi dan sumber energi terbarukan dan tak terbarukan | Energi berkelanjutan dan moderen dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai pemnafaatan sumber energi | Kegiatan pembelajaran menggunakan alat peraga yang memanfaatkan aliran air sebagai sumberenergi yang diconversi menjadi energi listrik |
| IV | Dampak explorasi dan penggunaan energi dan upaya pemenuhan kebutuhan energi | Peroses menambal lantai rumah dengan kotoran sapi atau kotoran kerba, Mengurangi perubahan iklim dengan memanfaatkan biaomassa sebagai sumber energi | Kegiatan pembelajaran dengan memanfaatkan biomassa sebagai sumber energi (studi lapangan) |

4. Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan untuk mengevaluasi apakah tugas dan soal evaluasi sudah sesuai dan mampu mendukung penguatan SDGs dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Proses ini melibatkan peninjauan perangkat pembelajaran yang digunakan Guru. Instrumen yang digunakan dalam kegiatan ini adalah lembar observasi. Hasil observasi menunjukkan bahwa tugas dan soal evaluasi yang diberikan belum memfasilitasi penguatan SDGs dan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Lampiran VI). Untuk memfasilitasi hal tersebut, pada penelitian ini tugas dan soal evaluasi dirancang untuk memfasilitasi penguatan SDGs dan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dengan mengintegrasikan STEM.

5. Analisis Tujuan Pembelajaran

Analisis tujuan pembelajaran diperlukan untuk menentukan kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik dalam penguatan SDGs dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut penting karena selama ini pembelajaran di sekolah belum memberikan perhatian yang memadai pada aspek sikap dan keterampilan peserta didik. Berdasarkan analisis (capaian pembelajaran) CP pada surat keputusan kepala BSKAP no 23 tahun 2024 dan (alur tujuan pembelajaran) ATP, maka untuk penguatan SDGs dan berpikir kritis, tujuan pembelajaran yang dirumuskan disajikan sebagai berikut:

a. Tujuan Pembelajaran

1) Pemahaman

Peserta didik mampu mendeskripsikan energi terbarukan, bentuk-bentuk energi, hukum kekekalan energi dan konversi energi, sumber energi, sumber energi terbarukan dan sumber energi tak terbarukan, dampak eksplorasi dan penggunaan energi, dan Upaya pemenuhan kebutuhan energi.

2) Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, mengkomunikasikan hasil dalam bentuk projek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nano teknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula berakhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, obyektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong dan berkebhinekaan global.

3) Elemen Capaian Pembelajaran Pemahaman Fisika:

Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat mendeskripsikan energi terbarukan.

- (1) Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat mengidentifikasi bentuk-bentuk energi.
- (2) Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat mengidentifikasi hukum kekekalan energi dan konversi energi.
- (3) Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat menganalisis Sumber Energi & Sumber Energi Terbarukan dan Sumber Energi Tak Terbarukan.
- (4) Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat mengidentifikasi Dampak Eksplorasi dan Penggunaan Energi & Upaya Pemenuhan Kebutuhan Energi.

4) Elemen Capaian Pembelajaran Keterampilan Proses:

- (1) Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat mengajukan gagasan pada materi energi terbarukan melalui produk, kemudian mengevaluasi, memperbaiki, dan mempresentasikan produknya secara lisan.
- (2) Melalui pembelajaran berbasis projek, peserta didik dapat menyampaikan saran dan pendapat mengenai hal-hal yang harus dilakukan untuk mengurangi dampak dari eksplorasi dan penggunaan energi

6. Analisis Media Pembelajaran

Analisis media pembelajaran bertujuan untuk mengkaji penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar. Analisis ini dapat membantu dalam memilih media pembelajaran yang tepat dan mengembangkan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan. Media pembelajaran yang tepat dapat membantu mewujudkan proses belajar mengajar yang baik dan berdampak positif pada hasil belajar. Pada tahapan ini, berdasarkan observasi yang dilakukan, penggunaan media pembelajaran elektronik seperti smartphone, PC, dan media elektronik lainnya jarang dilakukan dalam proses belajar di kelas. Penerapan media pembelajaran yang belum dimaksimalkan, dan guru masih mengajar dengan metode konvensional karena guru menggunakan buku paket dalam proses belajar mengajar.

7. Spesifikasi Produk

Produk yang akan dikembangkan adalah E-Modul IPA Terintegrasi STEM untuk penguatan *sustainable development goals* (SDGs) dan profil pelajar panchasila dimensi berpikir kritis memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- (1) Produk yang dikembangkan adalah e-modul IPA untuk peserta didik kelas x SMA pada materi energi terbarukanG.
- (2) E-modul yang dikembangkan terintegrasi STEM dengan model PjBL yang dirancang untuk memfasilitasi penguatan sustainable development goals (SDGs) dan profil pelajar panchasila dimensi berpikir kritis yang terdiri dari pokok bahasan yang berbeda. E-modul terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian awal memuat identitas e-modul, nama penyusun, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan petunjuk penggunaan. Kegiatan inti memuat konten materi energi terbarukan yang di integrasikan dengan kebudayaan lokal Masyarakat yang terdiri dari
 - a. pendahuluan yang menjelaskan tentang SDGs, profil pelajar panchasila, tujuan pembelajaran, petakonsep sinopsis, serta gambar yang mencakup video yang menjelaskan gambar tersebut.

- b. Pembelajaran 1 yang mencakup materi usaha, daya, dan usaha yang dilakukan gaya membentuk sudut sembarang yang dilengkapi dengan aktivitas 1 yang memuat soal berpikir kritis dan proyek 1 yang memuat STEM.
- c. Pembelajaran 2 mencakup materi energi, bentuk-bentuk energi, serta hukum kekelan energi mekanik dan konversi energi yang dilengkapi dengan aktivitas 2 yang memuat soal penguatan SDGs (pengelolaan air) dan berpikir kritis serta proyek 2 yang memuat STEM.
- d. Pembelajaran 3 mencakup materi sumber energi dan sumber energi terbarukan dan tak terbarukan yang dilengkapi dengan aktivitas 3 yang memuat soal penguatan SDGs (energi berkelanjutan dan moderen) dan berpikir kritis serta proyek 3 yang memuat STEM.
- e. Pembelajaran 4 memberikan informasi tentang rumah adat suku sasak dan teradisinya yang terjaga hingga kini dan mencakup materi dan pak eksplorasi dan penggunaan energi dan upaya dalam pemenuhan kebutuhan energi yang dilengkapi dengan aktivitas 4 yang memuat soal penguatan SDGs (mengurangi perubahan iklim) dan berpikir kritis serta proyek 4 yang memuat STEM.

Bagian ketiga yaitu penutup yang memuat daftar pustaka.

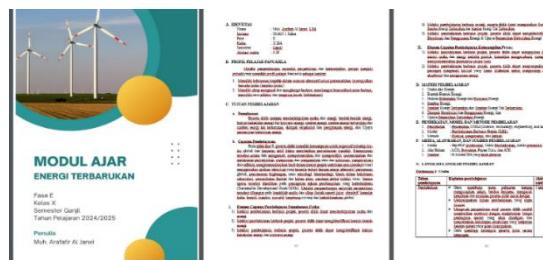
- (3) Penyusunan e-modul dilakukan menggunakan software 3D pageflip professional dan heyzine didukung dengan aplikasi <https://wordwall.net> untuk membuat game pembelajaran ice breaking.

B. Tahap Design

Tahap design terdiri atas tahap penyusunan bahan, tahap pemilihan format dan template, serta rancangan awal produk berupa e-modul yang dikembangkan. Pada tahap ini, dilakukan berbagai langkah untuk merancang e-modul IPA terintegrasi STEM untuk penguatan SDGs dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis. Langkah-langkah yang telah dilakukan dalam proses ini adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan Bahan Ajar

Penyusunan bahan ajar mengacu pada modul ajar dan materi ajar kelas X IPA yang akan digunakan. Bentuk modul ajar disajikan pada gambar dibawah

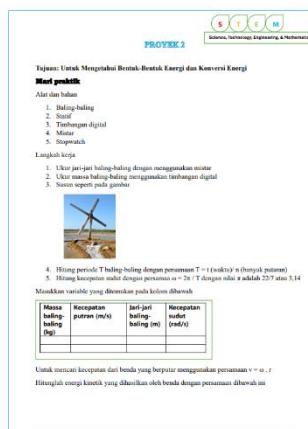


Gambar 3. Modul Ajar Pembelajaran

Pada gambar 3 diatas menunjukkan bentuk penyusun modul ajar, dalam penyusunannya terdapat beberapa buku yang digunakan sebagai acuan yakni buku IPA terpadu penerbit Yudhistira, *fundamentals of physics* edisi ke-10 penulis Jearl Walker dan buku IPA yang diterbitkan oleh Kemdikbud.

2. Pemilihan Media

Pemilihan media dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran di kelas. Pada penelitian ini dipilih media yang berinteraksi secara langsung dengan peserta didik seperti alat peraga dan studi lapangan untuk mendukung e-modul yang dikembangkan. Alat peraga yang digunakan sesuai dengan submateri energi terbarukan yang terdiri dari pokok bahasan pertama energi terbarukan, pokok bahasan kedua bentuk-bentuk energi, hukum kekekalan energi dan konversi energi, pokok bahasan ketiga terkait sumber energi dan konversi energi, serta pokok bahasan kemepat terkait dampak eksplorasi dan penggunaan energi yang dikembangkan sesuai dengan langkah-langkah STEM dan memfasilitasi penguatan SDGs dan keterampilan berpikir kritis. Media mini prototype yang telah memuat aspek pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematik. Disajikan pada gambar dibawah



Gambar 4. Lembar proyek Peserta Didik



Gambar 5. Media Mini Prototipe

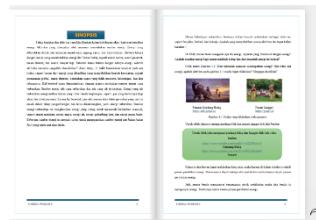
Gambar 5 Media mini prototipe membawa konsep yang sebenarnya dalam proses pembelajaran di kelas diperlukan pengembangan media pembelajaran yang secara langsung berinteraksi dengan alam dapat membuat siswa lebih paham dengan kondisi secara langsung. Media ini memungkinkan peserta didik untuk menjelajahi dan memahami berbagai aspek dari energi terbarukan dan berinteraksi secara fisik berinteraksi dengan lingkungan alami tersebut. Dengan alat prototipe

peraga, peserta didik dapat melihat dan mengamati secara langsung dilapangan dan faktor lingkungan yang mempengaruhi. Penggunaan media prototipe juga menghadirkan pengalaman belajar yang mendalam dan berkesan bagi peserta didik, sehingga membantu mereka memahami konsep-konsep energi terbarukan dengan baik secara interaktif.

3. Pemilihan Format

Rancangan awal e-modul dilakukan dengan menggunakan *microsoft word* terlebih dahulu. Kemudian *template* disesuaikan dengan fitur *microsoft word* dan ditambah dengan *layout* beserta animasi dan gambar-gambar menarik untuk menambah daya tarik e-modul yang di dapatkan secara *free* (gratis) dari situs yang menyediakan gambar dan video, kemudian proses editing *template* dan *layout* menggunakan aplikasi, dan komponen lainnya juga didukung dengan fitur *google form* untuk menjawab tes formatif dan sumatif, serta menggunakan aplikasi *wordwall* untuk membuat *games* pada setiap kegiatan pembelajaran untuk *ice breaking*.

Pada penyusunan e-modul, setelah seluruh materi ajar telah disusun sesuai dengan format dan template yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah mengkonversi materi ajar tersebut ke dalam format *pdf*. Setelah berbentuk *pdf*, materi ajar kemudian dimasukkan ke dalam *Software hezine*. Pada software tersebut, e-modul dapat diputar video-video pendukung materi yang dapat diputar. Tampilan e-modul dengan menggunakan aplikasi *hazeline* sebagai berikut:

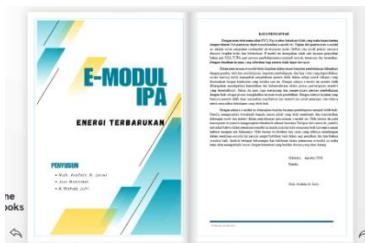


Gambar 6. Tampilan e-modul pada software hezine

4. Rancangan Awal

Rancangan awal yang dimaksud adalah rancangan seluruh perangkat pembelajaran yang harus disiapkan sebelum uji coba dilaksanakan, meliputi modul ajar, e-modul, instrumen kevalidan, instrumen kepraktisan dan instrumen keefektifan. Seluruh perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah terintegrasi STEM dan memfasilitasi penguatan SDGs dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis.

Produk utama yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah e- modul IPA terintegrasi STEM dan profil pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis. Adapun hasil pengembangan e- modul tersebut sebagai berikut:



Gambar 7. Tampilan E-Modul

Gambar 7 menunjukkan tampilan e-modul yang telah dikembangkan dengan *Software heyzine*. Bagian cover e-modul terdiri dari judul, mata pelajaran, sekolah, kelas, penulis, dan tujuan dari modul tersebut dikembangkan. Cover dilengkapi dengan beberapa gambar yang mewakili isi modul seperti gambar aspek budaya dan sumber energi. Adanya gambar tersebut memberikan ciri khas dalam e-modul yang dikembangkan.

C. Tahap *Develop*

Tahap pengembangan dilakukan dengan memodifikasi produk awal berdasarkan informasi dari penilaian ahli dan uji coba pengembangan. Tahap ini terdiri dari validasi oleh tiga validator ahli dan tiga validator praktisi dan uji coba skala terbatas.

1. Hasil Uji Validasi

Perangkat yang divalidasi antara lain ATP, Modul Ajar, e-modul, instrumen angket SDGs, dan instrument berpikir kritis. Tahap ini terdiri dari validasi oleh tiga validator ahli dan tiga validator praktisi dan uji coba skala terbatas. Jika produk draft 1 tersebut valid, maka akan dilanjutkan ke uji validasi. Akan tetapi jika produk draft 1 tidak valid, maka akan direvisi sampai dengan produk tersebut sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Tahap develop meliputi tahap sebagai berikut

a. **Validasi ahli**

Hasil validasi dan realibilitas perangkat pembelajaran dapat diuraikan sebagaimana berikut.

Hasil validasi dari tiga validator terurai pada Tabel 4.2

Tabel 2. Tabel hasil validasi instrumen

| No | Instrument | Validator 1 | Validator 2 | Validator 3 | Σrata-rata skor | Validitas |
|----|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|
| 1 | Alur Tujuan Pembelajaran | 78,75 | 85,00 | 81,25 | 81,66667 | Sangat valid |
| 2 | Modul Ajar | 80,00 | 82,00 | 80,05 | 80,68333 | valid |
| 3 | E-modul IPA | 83,2 | 89,40 | 89,47 | 87,35667 | Sangat valid |

| | | | | | | |
|---|----------------------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|
| 4 | Instrument SDGs | 74,00 | 82,80 | 80,00 | 78,9333 3 | Valid |
| 5 | Instrument Berpikir Kritis | 76,00 | 88,00 | 81,33 | 81,7766 7 | Sangat valid |

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata seluruh komponen perangkat pembelajaran yang meliputi ATP, Modul Ajar, E-Modul, LKPD, Instrumen Angket SDGs dan instrument berpikir kritis memiliki indeks validasi konten > 80 sehingga memiliki kategori sangat valid.

b. Hasil Uji Reliabilitas

Reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan metode Borich yang dikenal dengan Percentage of Agreement (PA). Metode Borich ini digunakan untuk 2 validator sehingga analisisnya dilakukan dengan cara mengkombinasikan antar 2 validator, sehingga terdapat 3 kombinasi pasangan validator. Untuk setiap perangkat nilai. Formula percentage agreement (PA) Reliabilitas perangkat pembelajaran menggunakan rumus:

$$PA = \left(1 - \frac{A-B}{A+B} \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

Dengan A merupakan skor penilai yang lebih besar dan B skor yang lebih kecil. Skor yang lebih besar (A) selalu dikurangi dengan skor yang lebih kecil (B). Instrumen dikatakan reliabel jika nilai persentase kesepakatannya lebih atau sama dengan 75%. Jika dihasilkan kurang dari 75%, maka harus diuji untuk kejelasan dan persetujuan dari pengamat (Borich, 1994).

uji reliabilitas perangkat dapat diuraikan dalam tabel dibawah ini

Tabel 3. Reliabilitas Instrument

| No | Instrument | Percentage of agreement % | | | Rata-rata | Kategori |
|----|----------------------------|---------------------------|------------------|------------------|-----------|----------|
| | | P _{2,1} | P _{3,1} | P _{2,3} | | |
| 1 | Alur Tujuan Pembelajaran | 96,2406 | 98,49624 | 97,70992 | 97,48225 | Reliabel |
| 2 | Modul Ajar | 98,76581 | 99,96915 | 98,7963 | 99,17709 | Reliabel |
| 3 | E-modul IPA | 96,5338 | 96,49466 | 100,0406 | 97,68969 | Reliabel |
| 4 | Instrument SDGs | 94,59459 | 96,3145 | 98,21429 | 96,37446 | Reliabel |
| 5 | Instrument Berpikir Kritis | 92,91325 | 96,8523 | 95,93293 | 95,23283 | Reliabel |

Hasil uji reliabilitas dengan metode *Percentage of Agreement* pada tabel 3 diatas dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang meliputi ATP, Modul Ajar, E-Modul, Instrumen angket SDGs dan Instrumen tes berpikir kritis dinyatakan reliabel karena persentase reliabel > 75%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil vasiladasi dan realibilitas e-modul IPA pada lima aspek yang dinilai yaitu ATP, Modul Ajar, E-Modul, Instrumen angket SDGs dan Instrumen tes berpikir kritis menunjukkan rata-rata hasil yang valid dan reliabel dengan rata-rata kevaliadhan alur tujuan pembelajaran 81,66 %, modul ajar 80,68 %, e-modul 87,35 % instrument angket SDGs 78,93, % dan instrument tes berpikir kritis 81,77 % sedangkan reliabilitas yang meliputi ATP, Modul Ajar, E-Modul, Instrumen angket SDGs dan Instrumen tes berpikir kritis dinyatakan reliabel karena persentase reliabel > 75% sehingga dapat disimpulkan bahwa e-modul IPA terintegrasi STEM untuk pengutinan Sustainable Development Goals (SDGs) dan profil pelajar pancasila dimensi berpikir kritis dinyatakan layak (valid dan reliabel).

REKOMENDASI

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan untuk diterapkan kembali dalam kegiatan pembelajaran agar tercapainya tujuan pembelajaran.

REFERENSI

- Arikunto, S. 2010. Prosedur Penelitian. Jakarta: Rineka Cipta.
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7), 810-821. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v8-i7/4421>
- Borich, D. (1994). Observation Skills for Effective Teaching. Englewood Cliffs: Macmillan Publishing company
- Budiarto, G. (2020). Indonesia Dalam Pusaran Globalisasi Dan Pengaruhnya Terhadap Krisis Moral Dan Karakter. 13(1), 50-57.
- Diana, N., & Sukma, Y. (2021, May). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1882, No. 1, p. 012146). IOP Publishing.
- Duran, M., & Dökme, I. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(12), 2887-2908.
- Fadil, K., Amran, A., & Alfaien, N. I. (2023). Peningkatan Kualitas Pendidikan Dasar Melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Mewujudkan Suistainable Developments Goal's. *Attadib: Journal of Elementary Education*, 7(2). <https://doi.org/10.32507/attadib.v7i2.1944>
- Handoyo, S. S., Iriani, T., & Septiandini, E. (2019). Study of the analysis on the characteristics of learning style of the students of the vocational education of building construction study program, Faculty of Engineering, Jakarta State University. *3rd UNJ International Conference on Technical and Vocational Education and Training*, 339- 348.

- Hasanpour, Bagheri, M., & Heidari, F. G. (2018). The relationship between emotional intelligence and critical thinking skills in Iranian nursing students. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran (MJIRI)*, 2018, 1-5
- Humaida, N., Aula, M., Nida, N. H., Islam, U., & Antasari, N. (2020). Pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan dalam perspektif islam. 18(1), 131-154. <https://doi.org/10.18592/khazanah. v18i1.3483>
- Irfanto, W. Y. (2022). Problematika Peran Guru Dalam Membentuk Profil Belajar Pancasila Pada Era Digital Kelas Iv Mi Miftahul Ulum Sidowungu Gresik. El-Miaz: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Dasar, 1(2), 59-65.
- Ismail, S., Suhana, S., & Zakiah, Q. Y. (2021). Analisis Kebijakan Penguatan Pendidikan Karakter Dalam Mewujudkan Pelajar Pancasila Di Sekolah. *Jurnal Manajemen Pendidikan* ..., 2(1), 76-84. <Https://Dinastirev.Org/Jmpis/Article/View/388>
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284-301.
- Jarwi, M. A. A., Mahrus, M., & Doyan, A. (2023). Project Based Learning (PjBL) Based on Science Practice Tools on Measuring Instrument Material. *BPI Journal of Community Service*, 1(1), 19-23. Retrieved from <https://journals.balaipublikasi.id/index.php/jcss/article/view/126>
- Kuenzi, J. J. (2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action
- Kuncahyono. "Pengembangan Softskill Teknologi Pembelajaran Melalui Pembuatan E-modul Bagi Dosen Sekolah Dasar". *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*. 6.2(2019): 128- 139.
- Made, A. M., Ambiyar, A., Riyanda, A. R., Sagala, M. K., & Adi, N. H. (2022). Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *BPI Journal of Community Science* November 2023, Volume 1, Issue 1, 19-23 23 Teknik Mesin. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5162-5169. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3128>
- Milla, D., Jufri, A.W., & Soepriyanto, H. (2019). The Effectiveness Pf Project-Based Learning For Biology Class In Developing The Science Processing Skills And Creativity Of High School Students. *Unnes Science Education Journal*, 8(1), 25-30.
- Mouhtarim, S. E. (2018). Integrating critical thinking skills in reading courses at the university level: The case of faculty of letters and humanities, Beni-Mellal, Morocco. *Arab World English Journal*, 9(3), 331-344.
- Muhaimin, M., Habibi, A., Mukminin, A., Saudagar, F., Pratama, R., Wahyuni, S., Sadikin, A., & Indrayana, B. A sequential explanatory investigation of TPACK: Indonesian science teachers' survey and perspective. *Journal of Technology and Science Education*, 9.3 (2019): 269- 281
- Mutakinati, L., & Anwari, I. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through STEM education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65.

- Nur'Inayah, N. (2021). Integrasi Dimensi Profil Pelajar Pancasila Dalam Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Menghadapi Era 4.0 Di Smk Negeri Tambakboyo. *Gerasi: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 1-13.
- Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) learning model in science learning: Literature review. *Journal of Physics: Conference Series*. Retrieved from <https://www.bing.com/ck/a/?=&p=cf7d70a>
- Özgenel, M. (2018). Modeling the relationships between school administrators' creative and critical thinking dispositions with decision making styles and problem solving skills. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 1, 673-700.
- Prayogi, S., Muhali, Yuliyanti, S., Asy'ari, M., Azmi, I. & Verawati, N. N. S. P. (2019). The effect of presenting anomalous data on improving student's critical thinking ability. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(6), 133-137. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i06.9717>
- Prayogi, S., Yuanita, L. & Wasis. (2017). Critical-Inquiry-Based-Learning: Model of learning to promote critical thinking ability of pre-service teachers. *Journal of Physics: Conference Series* 947: 1-6, doi:10.1088/1742-6596/947/1/012013
- Roslina, R., Samsudin, A., & Liliawati, W. (2022). Effectiveness of project based learning integrated STEM in physics education (STEM-PJBL): Systematic literature review (SLR). *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(1), 120-139.
- Rudiawan, R., & Asmaroini, A. P. (2022). Peran Guru Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan dalam Penguatan Profil Pelajar Pancasila di Sekolah. *Edupedia*, 6(1), 55-63. DOI: 10.24269/ed.v6i1.1332
- Safitri, A. O., Yunianti, V. D., & Rostika, D. (2022). Upaya Peningkatan Pendidikan Berkualitas di Indonesia: Analisis Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7096-7106. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3296>
- Sugiyono. 2017. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Verawati, N.N.S.P., Prayogi, S., Gummah, S., Muliadi, A. & Yusup, M.Y. (2019b). The effect of conflict-cognitive strategy in inquiry learning towards pre-service teachers' critical thinking ability. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 529-537.
- Wahyudi, Verawati, N.N.S.P., Ayub, S., & Prayogi. (2018). Development of inquirycreative-process learning model to promote critical thinking ability of physics prospective teachers. *Journal of Physics: Conf. Series* 1108, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012005>
- Wahyudi, W., Verawati, N. N. S. P., Ayub, S., & Prayogi, S. (2019). The effect of scientific creativity in inquiry learning to promote critical thinking ability of

- prospective teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 14(14), 122.
- Walter, C. and, & Walter, P. (2018). Is critical thinking a mediator variable of student performance in school? *Educational Research Quarterly*, 41(3), 3-24
- Yuliati, Y., & Saputra, D. S. (2019). Urgensi Pendidikan STEM Terhadap Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *Proceedings of The ICECRS*, 2(1), 321-326. <https://doi.org/10.21070/picecrs.v2i1.2420>