

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN ESD BERBASIS MOODLE DENGAN MATERI ENERGI TERBARUKAN: PENDEKATAN BLENDED LEARNING DI ERA DIGITAL UNTUK SISWA SMA

Binti Mustamiul Azizah*, Naila Azizah Salsabila

Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No.36, Kota Surakarta,
Indonesia

*corresponding author: bintimustamiulazizah@student.uns.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam pendidikan, terutama dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Salah satu inovasi penting adalah Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD), yang berfokus pada energi terbarukan seperti energi matahari, angin, dan biomassa, sebagai bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim. Pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, seperti Moodle, menjadi solusi efektif untuk mengintegrasikan konsep pembangunan berkelanjutan ke dalam pendidikan. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berbasis Moodle untuk mendukung ESD dengan fokus pada energi terbarukan di tingkat SMA. Menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE, hasil validasi menunjukkan media pembelajaran ini sangat layak, dengan kelayakan materi mencapai 85% dan desain serta fungsionalitas masing-masing 77% dan 80%. Temuan ini menegaskan bahwa media ini berpotensi meningkatkan pemahaman siswa tentang energi terbarukan dan mendukung tujuan ESD secara efektif.

Kata kunci: ESD, teknologi, media pembelajaran, Moodle

ABSTRACT

The rapid advancement of technology has significantly impacted education, particularly in enhancing the quality of learning. One important innovation is Education for Sustainable Development (ESD), which focuses on renewable energy sources such as solar, wind, and biomass as part of efforts to mitigate climate change. The development of technology-based learning media, like Moodle, provides an effective solution for integrating sustainable development concepts into education. This study developed Moodle-based learning media to support ESD, specifically targeting renewable energy at the high school level. Using the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model, the validation results indicate that this learning media is highly feasible, with material relevance scoring 85%, and design and functionality scoring 77% and 80%, respectively. These findings confirm that this media has the potential to enhance students' understanding of renewable energy and effectively support ESD goals.

Keywords: ESD, technology, learning media, Moodle

PENDAHULUAN

Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/ESD*) telah menjadi pusat perhatian dalam kebijakan pendidikan global, terutama dalam upaya mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). ESD bertujuan untuk membekali siswa dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk membuat keputusan yang bertanggung jawab terkait keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi (Leicht, Heiss, & Byun, 2020). Di tingkat sekolah menengah atas (SMA), pentingnya ESD tidak dapat

diabaikan, karena siswa berada pada usia di mana mereka mulai membentuk pemahaman mendalam tentang isu-isu global yang kompleks (Wals, 2019).

Energi terbarukan, seperti energi matahari, angin, dan biomassa, menjadi salah satu fokus utama dalam kurikulum ESD karena kontribusinya yang signifikan terhadap pengurangan emisi karbon dan mitigasi dampak perubahan iklim (Sterling, 2021). Pemahaman tentang energi terbarukan tidak hanya penting bagi siswa untuk mempersiapkan masa depan yang berkelanjutan, tetapi juga untuk memberdayakan mereka sebagai agen perubahan dalam komunitas mereka (Gough & Scott, 2021). Dalam konteks ini, mengintegrasikan pembelajaran tentang energi terbarukan dalam kurikulum SMA merupakan langkah strategis yang penting.

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, pembelajaran berbasis teknologi telah menjadi salah satu metode yang paling efektif dalam menyampaikan materi pembelajaran, termasuk ESD (UNESCO, 2021). Moodle, sebagai salah satu Learning Management System (LMS) terkemuka, menyediakan platform yang memungkinkan pendidik untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengelola pembelajaran secara efektif (Redmond et al., 2018). Penggunaan Moodle dalam pembelajaran ESD memberikan peluang untuk menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, di mana siswa dapat berpartisipasi aktif dan mengakses berbagai sumber belajar digital (Martin & Bolliger, 2019).

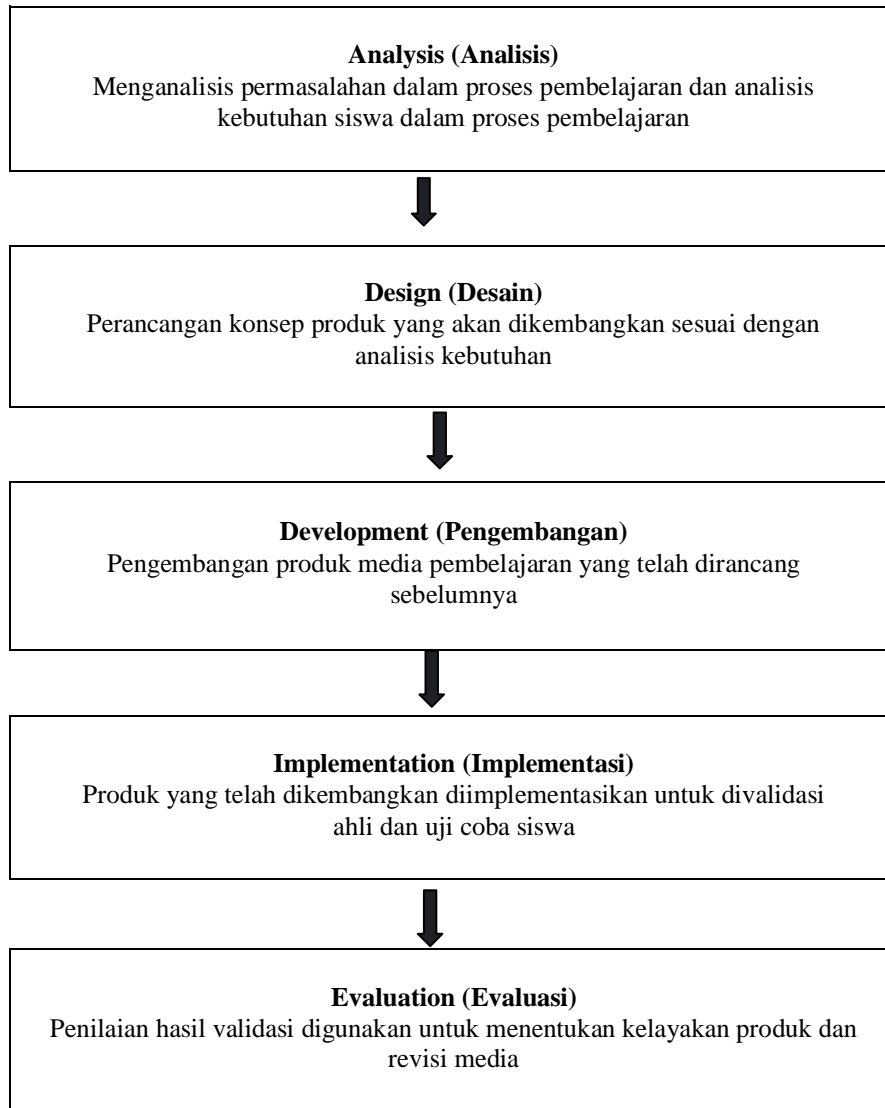
Pendekatan blended learning, yang menggabungkan pembelajaran tatap muka dengan pembelajaran daring, telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran yang kompleks (Garrison & Vaughan, 2019). Pendekatan ini memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk belajar sesuai dengan kecepatan mereka sendiri sambil tetap mendapatkan dukungan langsung dari guru di kelas (Godfrey & Burks, 2020). Dalam konteks pembelajaran ESD berbasis Moodle, pendekatan blended learning memungkinkan siswa untuk mengakses materi energi terbarukan secara mendalam dan melakukan diskusi serta kolaborasi dengan teman sekelas mereka secara online.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pembelajaran ESD berbasis Moodle yang terfokus pada materi energi terbarukan dengan menggunakan pendekatan blended learning untuk siswa SMA. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya energi terbarukan dan bagaimana penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Azevedo, 2020). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pembelajaran berbasis Moodle dalam meningkatkan kesadaran dan pengetahuan siswa tentang isu-isu keberlanjutan, khususnya dalam konteks energi terbarukan (UNESCO, 2021).

Literatur yang ada mendukung penggunaan teknologi dalam pendidikan ESD, menunjukkan bahwa integrasi teknologi dapat memperkuat proses belajar mengajar dengan cara yang lebih interaktif dan menarik (Sterling, 2021). Moodle sebagai platform pembelajaran menawarkan berbagai fitur yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran ESD, termasuk forum diskusi, kuis interaktif, dan sumber daya multimedia (Redmond et al., 2018). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan kurikulum yang lebih adaptif dan inovatif, yang tidak hanya relevan dengan kebutuhan siswa saat ini tetapi juga mendukung tercapainya tujuan keberlanjutan global (Gough & Scott, 2021).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Moodle dengan materi energi terbarukan dalam konteks Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development/ESD). Proses pengembangan mengikuti tiga tahapan utama: (1) pembuatan konsep, (2) pembuatan produk, dan (3) uji coba (testing). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), namun penelitian ini dibatasi hingga tahap validasi oleh ahli tanpa pengujian pada peserta didik. Model ADDIE dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Langkah-langkah Model ADDIE

Metode penelitian ini terbagi menjadi tiga tahapan utama: pembuatan konsep, pembuatan produk, dan uji coba (testing). Pada tahap pertama, yaitu pembuatan konsep, dilakukan tiga langkah penting. Pertama, analisis awal dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan dalam pembelajaran ESD di tingkat SMA. Proses ini melibatkan studi literatur dan pengumpulan data guna memahami kurikulum, karakteristik siswa, serta teknologi yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran berbasis Moodle. Dasar dari langkah ini adalah teori analisis kebutuhan (needs analysis), yang berfokus pada identifikasi kesenjangan antara kondisi saat ini dan tujuan pembelajaran yang diharapkan (Brown, 2015).

Setelah itu, dilakukan analisis akhir untuk menentukan konten pembelajaran yang spesifik, terutama yang berkaitan dengan materi energi terbarukan. Langkah ini mencakup evaluasi yang lebih mendalam mengenai materi yang akan dikembangkan serta strategi pembelajaran yang sesuai. Pendekatan konstruktivis dari Piaget (1969) dan Vygotsky (1978) digunakan untuk memastikan bahwa materi yang disajikan mampu mendorong siswa membangun pengetahuan mereka sendiri melalui interaksi dengan konten yang disediakan.

Langkah terakhir pada tahap ini adalah pengumpulan materi dan pendukung materi. Materi pembelajaran yang relevan, seperti video, artikel, simulasi, dan grafik, dikumpulkan dan diorganisir dengan baik. Prinsip multimedia dari Mayer (2009) menjadi panduan dalam penyusunan materi ini, dengan fokus pada integrasi yang efektif antara teks, gambar, dan animasi, sehingga setiap elemen dalam media pembelajaran mampu meningkatkan keterlibatan siswa.

Tahap kedua, pembuatan produk, melibatkan dua langkah utama. Pertama, design atau perancangan produk dilakukan berdasarkan hasil analisis dan pengumpulan materi yang telah dilakukan sebelumnya. Proses desain ini mencakup pengembangan storyboard dan alur pembelajaran yang akan digunakan dalam platform Moodle. Prinsip-prinsip desain instruksional dari model ADDIE diterapkan untuk memastikan bahwa media yang dikembangkan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa. Setelah desain selesai, tahap assembly dilakukan, di mana semua elemen pembelajaran, seperti teks, video, kuis, dan forum diskusi, diintegrasikan ke dalam sistem Moodle. Hasilnya adalah produk pembelajaran yang dapat diakses dan digunakan oleh siswa secara efektif.

Tahap ketiga, uji coba (testing), berfokus pada validasi produk oleh para ahli, tanpa melibatkan pengujian langsung pada peserta didik. Validasi oleh ahli ini dilakukan oleh pakar di bidang pendidikan, teknologi pembelajaran, dan materi energi terbarukan. Proses validasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan produk dari segi isi, desain, dan fungsionalitas. Para ahli memberikan masukan dan rekomendasi yang digunakan untuk perbaikan produk sebelum produk tersebut dianggap siap untuk digunakan dalam konteks yang lebih luas.

Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan dan kualitas produk media pembelajaran berbasis Moodle yang dikembangkan. Data dikumpulkan melalui validasi oleh para ahli materi dan ahli media yang menilai tiga aspek utama: isi, desain, dan fungsionalitas. Setiap aspek ini dinilai menggunakan Lembar Validasi yang berisi item-item penilaian dengan skala *Likert* dari 1 (sangat tidak layak) hingga 5 (sangat layak). Pada aspek isi, ahli materi menilai relevansi dan kelengkapan materi pembelajaran terkait energi terbarukan serta kesesuaiannya dengan tujuan pembelajaran (Rahayu & Setiawan, 2020). Aspek desain, yang dinilai oleh ahli media, menekankan pada tampilan visual, tata letak, penggunaan warna, serta keterbacaan teks (Prasetyo, 2019). Sementara itu, aspek fungsionalitas menilai keandalan dan kemudahan penggunaan sistem Moodle, termasuk navigasi dan integrasi berbagai media pembelajaran (Nurhadi & Rahmawati, 2021).

Data dari Lembar Validasi diolah secara kuantitatif dengan menghitung skor rata-rata dari setiap item yang dinilai oleh para ahli. Skor ini kemudian dikonversikan menjadi persentase untuk menilai tingkat kelayakan produk. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase adalah:

$$\text{Persentase kelayakan} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Apabila hasil analisis yang dilakukan telah selesai, kemudian melakukan pengukuran tingkat kelayakan produk (Riyanto & Hatmawan, 2020). Tabel 1 merupakan uraian penilaian kelayakan produk.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk

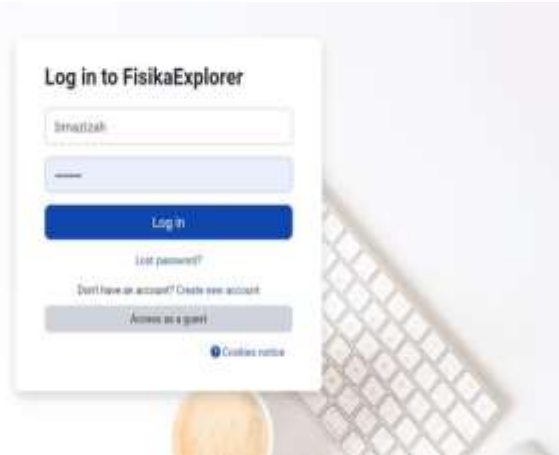
Persentase	Kriteria
0%-20%	Sangat Tidak Layak
21%-40%	Kurang Layak
41%-60%	Cukup Layak
61%-80%	Layak
81%-100%	Sangat Layak

Tabel 1. Menunjukkan tingkat kriteria hasil nilai persentase yang didapatkan dari nilai rata-rata. Data yang didapatkan dari ahli media, kemudian dianalisis yang selanjutnya dibandingkan dengan Tabel 1 untuk mendapatkan jenis kriteria yang didapatkan.

Selain analisis kuantitatif, para ahli juga memberikan komentar dan saran yang dianalisis secara kualitatif untuk memahami lebih dalam kekuatan dan kelemahan produk. Masukan ini digunakan untuk melakukan revisi produk sebelum dianggap final. Proses analisis ini diakhiri dengan revisi berdasarkan penilaian kuantitatif dan kualitatif, menghasilkan produk akhir yang siap digunakan dalam pembelajaran berbasis Moodle. Kesimpulan dari analisis ini memberikan wawasan mengenai efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan serta potensinya dalam mendukung pengajaran materi energi terbarukan dan penerapan ESD di tingkat SMA.

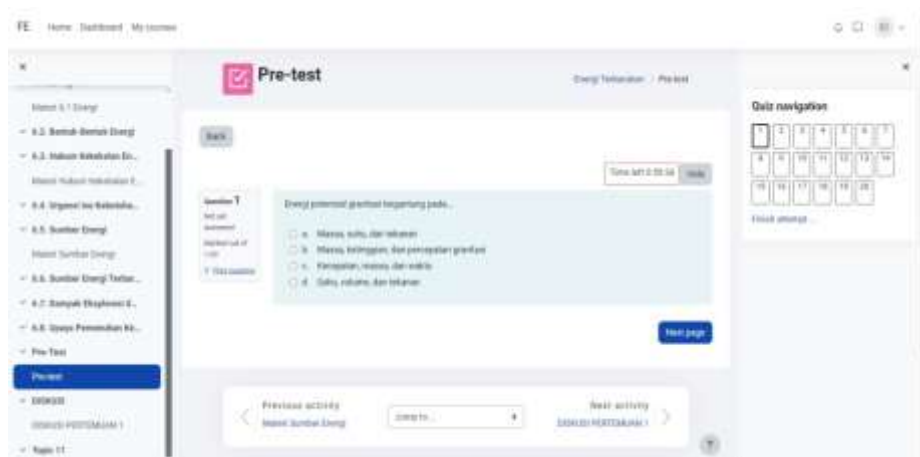
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengembangan ini adalah media pembelajaran berbasis Moodle yang dirancang khusus untuk mendukung Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) dengan fokus pada materi energi terbarukan. Tampilan awal Moodle disajikan pada Gambar 2.



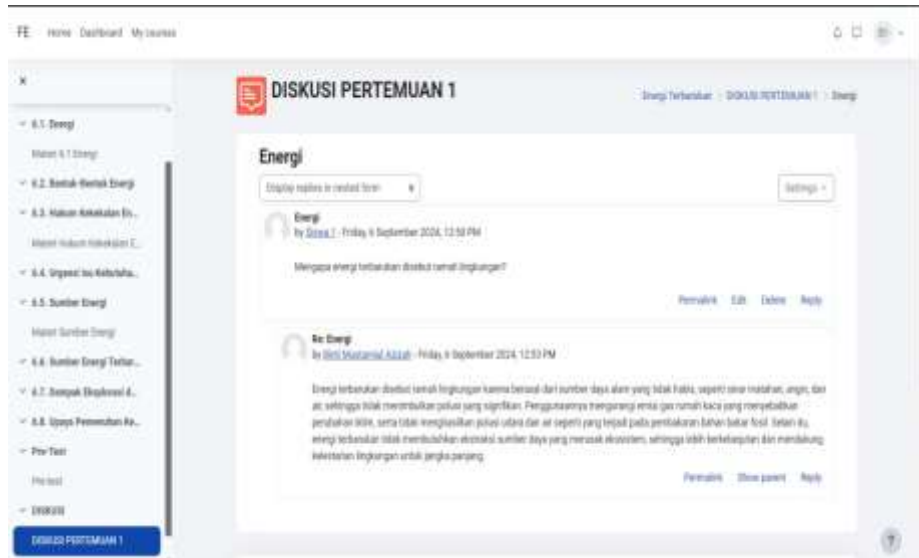
Gambar 2. Tampilan Awal Moodle

Moodle dipilih sebagai platform utama karena kemampuannya untuk menyediakan berbagai fitur yang mendukung pembelajaran interaktif dan kolaboratif. Moodle menawarkan beberapa kelebihan penting, seperti fitur aktivitas kuis yang memungkinkan siswa untuk menguji pemahaman mereka tentang materi yang telah dipelajari. Tampilan fitur kuis pada Moodle disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Fitur Kuis pada Moodle

Fitur diskusi pada Moodle diintegrasikan untuk mendorong interaksi antara siswa dan guru serta antar siswa, menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan partisipatif. Melalui forum diskusi, siswa dapat berbagi pendapat, mengajukan pertanyaan, dan mendiskusikan topik yang terkait dengan energi terbarukan seperti energi surya, angin, dan biomassa. Forum ini memungkinkan siswa untuk memperdalam pemahaman materi, melatih kemampuan berpikir kritis, serta saling bertukar pengetahuan dalam suasana yang kolaboratif. Guru juga dapat memberikan umpan balik secara langsung, memperbaiki konsep yang kurang tepat, atau memberikan tantangan lebih lanjut untuk meningkatkan pemahaman siswa. Dengan adanya fitur ini, proses pembelajaran tidak hanya bersifat satu arah, melainkan lebih inklusif, di mana setiap siswa memiliki kesempatan untuk berpartisipasi aktif. Tampilan forum diskusi pada Moodle disajikan pada Gambar 4, yang memperlihatkan alur percakapan yang terstruktur untuk memudahkan interaksi antar siswa dan guru.



Gambar 4. Tampilan Fitur Diskusi pada Moodle

Moodle menyediakan beragam fitur seperti forum diskusi, kuis, penilaian otomatis, dan aktivitas kolaboratif yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran daring secara optimal. Fitur-fitur ini memungkinkan siswa untuk mengakses materi pelajaran kapan saja dan di mana saja, memberikan fleksibilitas dalam proses belajar. Selain itu, Moodle mendukung pengintegrasian aktivitas tatap muka melalui fitur-fitur seperti kalender akademik dan penugasan terjadwal, yang membantu pengelolaan kegiatan belajar di kelas fisik. Dengan demikian, pendekatan blended learning yang memadukan pembelajaran daring dan tatap muka dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Siswa dapat memanfaatkan keunggulan teknologi untuk belajar mandiri secara online, sementara interaksi tatap muka tetap dijaga melalui diskusi dan kegiatan langsung di kelas, memberikan keseimbangan yang optimal antara fleksibilitas dan keterlibatan langsung.

Proses validasi merupakan tahap kritis dalam pengembangan media pembelajaran untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya menarik secara visual tetapi juga memiliki konten yang valid dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Validasi oleh ahli materi dilakukan untuk memastikan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan standar kurikulum, relevan dengan topik yang dibahas, dan mampu memenuhi kebutuhan peserta didik. Proses ini melibatkan penilaian terhadap keakuratan informasi, penyusunan konsep, serta kesesuaian materi dengan kompetensi dasar yang ingin dicapai. Sementara itu, validasi oleh ahli media bertujuan untuk mengevaluasi aspek teknis, seperti tata letak, penggunaan multimedia, dan kemudahan navigasi, guna memastikan media tersebut mudah digunakan dan mampu menarik perhatian siswa. Hasil validasi ahli materi dan media ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk perbaikan dan penyempurnaan produk sebelum diuji coba pada pengguna sesungguhnya. Tabel 2 mencakup hasil penilaian dari ahli materi yang menunjukkan sejauh mana materi telah memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Tabel 2. Hasil Analisis Data Ahli Materi pada Aspek Isi

Kriteria	Persentase	Kategori
Relevansi	83,3%	Sangat Layak
Kelengkapan materi	86,7%	Sangat Layak
Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	85%	Sangat Layak
Rata-rata	85%	Sangat Layak

Tabel 2. Menunjukkan hasil analisis data dari ahli materi terhadap aspek isi menunjukkan bahwa materi pembelajaran tentang energi terbarukan yang dikembangkan sangat layak digunakan. Fokus penilaian meliputi relevansi materi, kelengkapan materi, dan kesesuaiannya dengan tujuan pembelajaran. Masing-masing kriteria ini memperoleh persentase kelayakan yang

tinggi, di atas 83%, dengan rata-rata keseluruhan mencapai 85%. Hal ini mengindikasikan bahwa materi yang disajikan sangat relevan dengan topik energi terbarukan, mencakup semua aspek penting, dan selaras dengan tujuan pembelajaran Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) serta kurikulum yang berlaku di tingkat SMA.

Tabel 3. Hasil Analisis Data Ahli Media pada Aspek Desain

Kriteria	Persentase	Kategori
Tampilan visual	70%	Layak
Tata letak	80%	Layak
Penggunaan warna	75%	Layak
Keterbacaan teks	83%	Sangat Layak
Rata-rata	77%	Layak

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis data dari ahli media pada aspek desain menunjukkan bahwa secara keseluruhan desain produk telah memenuhi kriteria kelayakan. Aspek-aspek yang dinilai meliputi tampilan visual, tata letak, penggunaan warna, dan keterbacaan teks. Rata-rata persentase kelayakan yang diperoleh adalah 77%, yang mengindikasikan bahwa desain produk sudah cukup baik. Namun, hasil evaluasi juga menunjukkan adanya variasi dalam penilaian masing-masing aspek. Aspek keterbacaan teks mendapatkan penilaian paling tinggi, yaitu sangat layak, yang menunjukkan bahwa teks pada produk mudah dibaca dan dipahami. Sementara itu, aspek tampilan visual, tata letak, dan penggunaan warna memperoleh penilaian layak, yang berarti masih terdapat potensi untuk ditingkatkan agar desain produk menjadi lebih menarik dan efektif.

Tabel 4. Hasil Analisis Data Ahli Media pada Aspek Fungsionalitas

Kriteria	Persentase	Kategori
Keandalan dan kemudahan penggunaan sistem Moodle	76,2%	Layak
Navigasi	83,8%	Sangat Layak
Integrasi berbagai media pembelajaran	80%	Sangat Layak
Rata-rata	80%	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4, hasil analisis data dari ahli media pada aspek fungsionalitas menunjukkan bahwa sistem Moodle yang dikembangkan memiliki kinerja yang sangat baik. Aspek-aspek yang dinilai meliputi keandalan dan kemudahan penggunaan sistem, navigasi antar halaman, serta integrasi berbagai media pembelajaran. Rata-rata persentase kelayakan yang diperoleh adalah 80%, yang mengindikasikan bahwa sistem ini sangat layak digunakan.

Penelitian ini menunjukkan kesesuaian yang kuat dengan penelitian terdahulu terkait pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya dalam konteks Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD). Hasil validasi dari ahli materi menunjukkan bahwa materi tentang energi terbarukan yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki relevansi tinggi dan kelengkapan yang baik, dengan rata-rata persentase kelayakan mencapai 85%. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga menekankan pentingnya kesesuaian konten pembelajaran dengan tujuan pendidikan dan relevansi materi dalam konteks ESD (Rohmah, 2021). Selain itu, evaluasi dari ahli media terhadap aspek desain menunjukkan bahwa meskipun desain produk telah memenuhi kriteria kelayakan dengan rata-rata persentase 77%, terdapat ruang untuk peningkatan, terutama dalam hal tampilan visual dan tata letak. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian yang menekankan pentingnya aspek visual dan desain dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi (Sutrisno, 2020). Di sisi lain, aspek fungsionalitas sistem Moodle yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan persentase kelayakan 80%, sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa kemudahan penggunaan dan keandalan sistem adalah kunci dalam keberhasilan implementasi platform pembelajaran daring (Wulandari, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Moodle yang dikembangkan untuk mendukung Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD), dengan fokus pada materi energi terbarukan, terbukti sangat layak digunakan berdasarkan hasil validasi oleh para ahli. Validasi ahli materi menunjukkan bahwa konten pembelajaran memiliki relevansi tinggi dan kelengkapan yang baik, dengan rata-rata persentase kelayakan mencapai 85%. Hal ini mengindikasikan bahwa materi tersebut sangat sesuai dengan tujuan pembelajaran dan relevan dengan konteks pendidikan energi terbarukan di tingkat SMA. Selain itu, validasi ahli media terhadap aspek desain menunjukkan bahwa desain produk sudah cukup baik dengan rata-rata kelayakan 77%, meskipun masih ada ruang untuk perbaikan, terutama dalam aspek visual dan tata letak. Aspek fungsionalitas sistem Moodle dinilai sangat baik dengan rata-rata persentase kelayakan 80%, menunjukkan bahwa sistem ini andal dan mudah digunakan, serta mendukung integrasi berbagai media pembelajaran secara efektif. Dengan demikian, media pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya relevan dengan kurikulum ESD tetapi juga memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang energi terbarukan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azevedo, J. P. (2020). Learning Poverty: What it is, why it matters, and what we can do about it. *World Bank Policy Research Working Paper 9446*.
- [2] Brown, J. D. (2015). Needs Analysis: Making the Connection Between Contexts, Learners, and Learning. In *New Directions in Language Learning*.
- [3] Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2019). Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines. *San Francisco: Jossey-Bass*.
- [4] Godfrey, B., & Burks, K. (2020). Implementing Blended Learning for Education for Sustainable Development in Secondary Schools. *Educational Technology & Society*, 23(2), 98-111.
- [5] Gough, A., & Scott, W. (2021). Education for Sustainable Development: Moving the field forward. *Sustainability*, 13(5), 2912.
- [6] Hidayat, R., & Gunawan, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Moodle untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.15294/jpfi.v16i1.20065>
- [7] Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2020). *Issues and trends in Education for Sustainable Development*. UNESCO.
- [8] Martin, F., & Bolliger, D. U. (2019). Engagement matters: Student perceptions on the importance of engagement strategies in the online learning environment. *Online Learning*, 22(1), 205-222.
- [9] Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- [10] Nurhadi, & Rahmawati, D. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Moodle: Sebuah Kajian tentang Fungsionalitas dan Keandalan Sistem. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(2), 112-124.
- [11] Piaget, J. (1969). *The Mechanisms of Perception*. Basic Books.
- [12] Prasetyo, A. (2019). Evaluasi Desain Media Pembelajaran Digital: Studi Kasus pada Sistem Moodle. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 11(1), 35-47.
- [13] Rahayu, D., & Setiawan, A. (2020). Kesesuaian Materi Energi Terbarukan dalam Pembelajaran Berbasis ESD untuk Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 5(3), 85-92.
- [14] Rahmawati, R., & Wibowo, P. B. (2022). Integrasi Pembelajaran ESD (Education for Sustainable Development) pada Kurikulum Sekolah Berbasis Energi Terbarukan. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 112-125. DOI: <https://doi.org/10.24114/jipp.v4i3.35462>
- [15] Redmond, P., Heffernan, A., Abawi, L., Brown, A., & Henderson, R. (2018). An online engagement framework for higher education. *Online Learning*, 22(1), 183-204.
- [16] Rohmah, S. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 10(2), 145-157.

- [17] Sterling, S. (2021). Educating for the Future We Want. *Journal of Education for Sustainable Development*, 15(2), 101-118.
- [18] Suryadi, D., & Winarno, H. (2021). Pembelajaran Energi Terbarukan di SMA: Pengembangan Materi Berbasis ESD dan Blended Learning. *Jurnal Pendidikan Teknologi*, 15(4), 78-90. DOI: <https://doi.org/10.20961/jpt.v15i4.33587>
- [19] Susanto, R. H., & Wijaya, S. (2019). Pemanfaatan E-Learning Berbasis Moodle dalam Implementasi Kurikulum 2013 untuk Meningkatkan Pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 21(2), 89-96. DOI: <https://doi.org/10.21831/jtp.v21i2.29320>
- [20] Sutrisno, B. (2020). Efektivitas Desain Visual dalam Media Pembelajaran Berbasis Teknologi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(3), 95-107.
- [21] UNESCO. (2021). *Learn for our planet: A global review of how environmental issues are integrated in education*. Paris: UNESCO.
- [22] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- [23] Wals, A. E. J. (2019). Education for Sustainability in the Age of Networks, Mobility and Uncertainty *Sustainability*, 11(2), 485-499.
- [24] Wulandari, I. (2019). Analisis Keandalan dan Kemudahan Penggunaan Sistem E-Learning di Sekolah Menengah. *Jurnal Ilmu Komputer*, 18(1), 33-42.
- [25] Yulianti, D., & Nugraha, E. (2021). Efektivitas Pembelajaran Blended Learning Menggunakan Platform Moodle untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 15-25. DOI: <https://doi.org/10.21831/jps.v9i2.30827>