
E-STEM Modul Ajar Pada Materi Energi Dan Perubahannya di Kelas X SMK

Febiyanti Eka Lestari¹, Muriani Nur Hayati², Yuni Arfiani³

^{1,2,3}Prodi Pendidikan IPA, FKIP Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia

*Email korespondensi: murianinh@upstegal.ac.id

Abstrak

Kata Kunci:

E-modul, STEM, SMK

Penelitian bertujuan untuk menghasilkan e-modul berbasis STEM (*Science Technology Engineering Mathematic*) yang valid dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X DKV II dan guru mata pelajaran IPAS di SMK. Penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif jenis *R&D (Research and Development)* dengan model 4-D (*Define, Design, Develop and Dissemination*) bersumber pada penelitian Thiagarajan (1974). Model ini terdiri dari 4 tahap yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*) dan penyebaran (*Dissemination*). Keseluruhan penilaian validasi e-modul oleh validator ahli materi menunjukkan nilai 84,68% dengan kriteria sangat layak. Sedangkan penilaian validasi e-modul oleh validator ahli media mendapatkan nilai sebesar 87,6% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM telah memenuhi keseluruhan aspek meliputi kualitas materi, penyajian materi, kebahasaan, STEM, tampilan visual, penggunaan huruf dan kemudahan pengguna. Uji coba produk menunjukkan nilai sebesar 90,07% dengan kategori sangat menarik. Hasil tersebut menunjukkan e-modul berbasis STEM sudah cukup layak digunakan untuk pembelajaran peserta didik.

Abstract

Keywords :

E-modul, STEM, SMK

The study aims to produce a valid STEM (Science Technology Engineering Mathematics)-based e-module that meets the needs of students. The subjects of this study were grade X DKV II students and science subject teachers at SMK. The research used a qualitative approach of the R&D (Research and Development) type with the 4-D model (Define, Design, Develop and Dissemination) based on Thiagarajan's research (1974). This model consists of 4 stages, namely defining (Define), designing (Design), developing (Develop) and disseminating (Dissemination). The overall assessment of the e-module validation by the material expert validator showed a value of 84.68% with a very feasible criterion. While the assessment of the e-module validation by the media expert validator got a value of 87.6% with a very feasible category. This shows that the STEM-based e-module has met all aspects including material quality, material presentation, language, STEM, visual appearance, use of letters and user convenience. The product trial showed a value of 90.07% with a very interesting category. These results indicate that STEM-based e-modules are quite feasible to be used for student learning.

PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah ilmu yang disusun secara sistematis yang berawal dari fenomena alam atau gejala-gejala alam yang memiliki sifat kebendaan dan berdasarkan hasil dari pengamatan. IPA memiliki empat unsur diantaranya proses, produk, sikap, dan aplikasi. Empat unsur IPA tersebut yang seharusnya ada dalam proses pembelajaran. Pada pembelajaran IPA mengutamakan pengalaman belajar secara langsung dan mengembangkan ketrampilan proses dan sikap ilmiah peserta didik (Kemendikbud 2017).

Pembelajaran IPA melibatkan seluruh elemen pada alam melalui fenomena-fenomena yang terjadi pada alam semesta. Untuk menghadapi pembelajaran IPA pada abad-21, setiap peserta didik harus disiapkan dengan berbagai ketrampilan seperti 4C (*critical thinking, creative thinking, collaboration and communication*) (Shinta 2023).

Salah satu tantangan utamanya adalah bagaimana menciptakan lingkungan pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan abad ke-21. Di tengah kompetisi global dan perubahan cepat di berbagai sektor, peserta didik SMK perlu dilengkapi dengan kemampuan 4C dan kemajuan teknologi agar dapat menghadapi tantangan kompleks dan dinamis dalam dunia kerja (Cholily 2020). Untuk itu diperlukan pembelajaran yang dapat menunjang kemajuan teknologi peserta didik, salah satunya dengan pembelajaran pendekatan STEM. Pendekatan STEM merupakan pembelajaran yang menggabungkan antar ilmu (*Science, Technology, Engineering, and mathematics*)

Proses pembelajaran pendekatan STEM harus didukung dengan adanya bahan ajar yang sesuai seperti modul digital atau sering disebut E-Modul. E-Modul ialah salah satu perangkat pembelajaran yang berisi materi sesuai kurikulum dan proses pembelajaran dalam jangka Panjang yang akan membantu peserta didik dan guru dalam kegiatan pembelajaran (Saiful B 2013).

Namun, observasi di beberapa sekolah menunjukkan masih minimnya penggunaan teknologi dalam pembelajaran, seperti modul digital atau e-modul, yang dirancang untuk pembelajaran berbasis STEM. Proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dengan media buku cetak yang kurang interaktif, sehingga siswa cenderung bosan dan kurang terlibat aktif. Padahal, materi seperti energi dan perubahannya merupakan salah satu topik yang signifikan untuk menunjang pemahaman siswa terhadap konsep sains yang relevan dengan kehidupan nyata. Pemahaman yang baik terhadap konsep ini sangat penting karena menjadi dasar bagi banyak fenomena alam dan teknologi modern. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis teknologi yang interaktif melalui e-modul berbasis STEM sangat diperlukan untuk membantu siswa memahami materi secara menyenangkan sekaligus meningkatkan keterampilan abad ke-21.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul IPA berbasis STEM pada materi energi dan perubahannya untuk siswa kelas X SMK, guna mendukung terciptanya pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan dan tantangan era globalisasi.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan kualitatif jenis *R&D (Research and Development)* dengan model 4-D (*Define, Design, Develop and Dissemination*). Penelitian dan pengembangan yang bertujuan menghasilkan produk baru melalui proses pengembangan (Mulyatiningsih 2013) dengan tahapan sebagai berikut : (1) Pada tahap Pendefinisian (*define*) dilakukan analisis kebutuhan dengan mengetahui kondisi pembelajaran pada mata Pelajaran IPAS di SMK , sehingga dapat diketahui produk yang digunakan sesuai atau tidak; (2) Tahap *Design* (Perancangan) untuk produk yang akan dibuat; (3) Tahap *develop* (pengembangan) pada tahap ini produk akan divalidasi oleh ahli dan di uji

coba kepada peserta didik; (4) tahap *Dessminate* (penyebarluasan) tidak dapat dilakukan karena terkendala pada waktu penelitian berarti proses untuk menyebarkan hasil penelitian kepada khalayak luas terhambat oleh keterbatasan waktu yang tersedia selama penelitian.

Teknik analisis data

pada penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif dan kualitatif.

Teknik Penilaian Modul

Penilaian modul ajar menggunakan skala likert. Pada penelitian menggunakan rumus persentase. Berikut rumus persentasenya :

$$\text{Persentase} = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan :

P = angka persentase

$\sum x$ = jumlah skor yang diperoleh

$\sum xi$ = jumlah skor keseluruhan

(sumber :Oktaviani 2017)

Hasil dari perhitungan rumus persentase kemudian ditentukan tingkat kelayakan dan kevalidannya. Berikut tabel yang berisi tingkat kelayakan atau kevalidan.

Teknik Uji Skala Kecil

Uji skala kecil diberikan kepada 30 peserta didik untuk menentukan apakah produk dapat diimplementasikan berdasarkan pengamatan dan pengalaman pendidikan mereka.

Hasil angket uji skala kecil akan dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{R}{SM} \times 100$$

Keterangan :

P = Presentase uji skala kecil

R = Jumlah nilai yang diperoleh

SM = Jumlah nilai maksimal

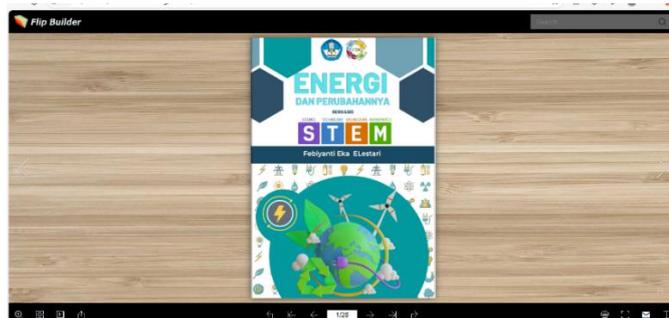
(Sumber : Rozhana & Anwar 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama pada penelitian ini adalah *Define* atau tahap analisis. Analisis yang dimaksud adalah analisis kebutuhan guru dan analisis kebutuhan peserta didik. Adapun hasil analisis pada tahap ini adalah peserta didik merasa tidak senang terhadap pembelajaran yang monoton. Peserta didik menginginkan sumber belajar yang mudah dibawa kemana saja dan sumber belajar yang berisi video, gambar, audio yang sudah tercantum dalam satu sumber belajar. Berdasarkan analisis kebutuhan guru di SMK, tidak ada sumber belajar lain selain buku paket yang diberikan sekolah sehingga kurangnya inovasi dalam pembelajaran yang menyebabkan semangat belajar menurun.

Berdasarkan data analisis kebutuhan guru, guru tidak mengetahui tentang STEM (*sains, technology, engineering, mathematics*) dan guru menginginkan modul digital sebagai salah satu sumber belajar yang efektif.

Tahap selanjutnya adalah tahap perencanaan (*design*), tahap ini diawali dengan pemilihan materi, isi modul, asesmen dan rancangan tampilan modul yang meliputi : warna cover, format penulisan dan penataan letak gambar. Kemudian membuat desain protipe I sesuai rancangan awal dan mendiskusikan desain protipe I kepada validator ahli media dan validator ahli materi untuk mendapatkan beberapa masukan sehingga menghasilkan desain protipe II. E-modul dibuat dengan aplikasi *PDF flip professional*.



Gambar 1. Tampilan E-modul STEM

Tahap yang ketiga adalah tahap pengembangan (*Develop*). Bahan ajar yang digunakan harus layak dan menarik bagi peserta didik agar mendukung tercapainya tujuan pembelajaran. Dalam mengukur kelayakan bahan ajar ini, peneliti mengajukan angket penilaian validasi terhadap ahli materi dan ahli media. Berkaitan hasil validasi ahli materi dapat dilihat tabel 1 dan validasi ahli media tabel 2.

Tabel 1 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Validasi	Skor
Kualitas Materi	85,25
Penyajian Materi	83
Kebahasaan	87,5
STEM	83
Skor Total	338,75
Rerata Penilaian ahli	84,7
Simpulan	Materi yang ada dalam e-modul sudah sesuai dengan kurikulum dan kemampuan peserta didik.

Tabel 1 menunjukkan e-modul berdasarkan empat aspek: kualitas materi, penyajian materi, kebahasaan, dan integrasi STEM. Aspek kebahasaan memperoleh skor tertinggi (87,5), menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam e-modul jelas, sesuai, dan mudah dipahami. Kualitas materi juga dinilai baik dengan skor 85,25, mencerminkan isi materi yang relevan dan mendukung tujuan pembelajaran.

Namun, aspek penyajian materi dan integrasi STEM masing-masing mendapat skor 83, yang menunjukkan area yang perlu ditingkatkan. Perlu ada penyempurnaan dalam cara penyajian materi agar lebih menarik dan mendalam, serta penguatan integrasi STEM untuk mendukung pembelajaran berbasis teknologi dan sains. Secara keseluruhan, modul

ini efektif tetapi membutuhkan beberapa perbaikan agar lebih optimal.

Tabel 2 Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Validasi	Skor
Tampilan Visual	89,75
Penggunaan Huruf	81,4
Kemudahan Pengguna	87,5
STEM	92
Skor Total	350,65
Rerata Penilaian ahli	87,7
Simpulan	Media yang digunakan cukup efektif dan efisien untuk pembelajaran.

Tabel 2 menunjukkan e-modul berdasarkan empat aspek utama: tampilan visual, penggunaan huruf, kemudahan pengguna, dan integrasi STEM. Tampilan visual mendapat skor tertinggi (89,75), menandakan bahwa desain visual e-modul sangat menarik. Kemudahan penggunaan (87,5) dan integrasi STEM (92) juga dinilai baik, menunjukkan bahwa modul ini mudah digunakan dan sudah mendukung pembelajaran berbasis STEM.

Namun, penggunaan huruf mendapat skor terendah (81,4), menunjukkan bahwa aspek ini perlu ditingkatkan, seperti pemilihan jenis atau ukuran huruf agar lebih nyaman bagi pengguna. Secara keseluruhan, e-modul ini efektif, tetapi masih memerlukan perbaikan pada aspek huruf untuk mendukung pembelajaran yang lebih optimal.

Berdasarkan keseluruhan penilaian validasi e-modul oleh validator ahli materi menunjukkan nilai 84,68% dengan kriteria sangat layak. Sedangkan penilaian validasi e-modul oleh validator ahli media mendapatkan nilai sebesar 87,6% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM telah memenuhi keseluruhan aspek meliputi kualitas materi, penyajian

materi, kebahasaan, STEM, tampilan visual, penggunaan huruf dan kemudahan pengguna.

Selanjutnya tahap uji coba skala kecil. Tahap ini dilakukan kepada 30 peserta didik kelas X DKV II di SMK, tahap uji skala kecil dilakukan sebagai bentuk respon peserta didik terhadap e-modul berbasis STEM yang telah dikembangkan. Analisis respon peserta didik untuk mengetahui kelayakan dan kemenarikan modul. Berkaitan dengan hasil respon peserta didik dapat dilihat pada tabel 3

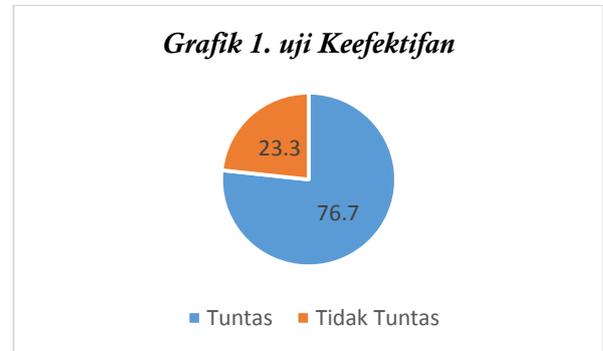
Tabel 3 Hasil Uji Skala Kecil

Aspek Uji	Skor
Tampilan	96,8
Isi	88,5
Penyajian	84,8
Bahasa	85,25
STEM	95
Skor Total	450,35
Rerata Penilaian ahli	90,07
Simpulan	E-modul berbasis STEM menarik dan mudah digunakan peserta didik.

Berdasarkan hasil keseluruhan pada uji coba produk menunjukkan nilai sebesar 90,07% dengan kategori sangat menarik. Hal ini didapat karena e-modul berbasis STEM menarik dan mudah digunakan oleh peserta didik. menurut (Rinaryati 2021) e-modul berbasis flip PDF yang dikembangkan memiliki tampilan menarik dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran dengan respon sangat baik. Namun, terdapat beberapa kelemahan yang bisa diperbaiki, terutama pada aspek Penyajian dan Bahasa. Meningkatkan metode penyajian agar lebih interaktif dan *user-friendly*, serta menyederhanakan bahasa yang digunakan, dapat membantu meningkatkan keseluruhan kualitas produk. Selain itu, meskipun aspek Tampilan dan STEM sudah

sangat baik, perlu dipastikan bahwa semua elemen ini saling mendukung untuk memberikan pengalaman yang terbaik bagi pengguna.

Tahapan yang terakhir adalah uji keefektifan, hasil uji keefektifan dapat dilihat pada grafik 1.



Hasil uji keefektifan menunjukkan bahwa 76.7% siswa mencapai ketuntasan dalam uji keefektifan, sementara 23.3% siswa tidak mencapai ketuntasan berdasarkan KKTP. Hasil ini menunjukkan bahwa produk pembelajaran yang dikembangkan cukup efektif dalam membantu mayoritas siswa mencapai tujuan pembelajaran.

Secara keseluruhan, e-modul berbasis STEM ini dinilai sangat layak dan menarik berdasarkan berbagai kriteria validasi, termasuk kualitas materi, penyajian, kebahasaan, tampilan visual, dan kemudahan penggunaan. E-modul ini juga terbukti efektif dilihat dari 76.7% siswa mencapai ketuntasan dalam uji keefektifan.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu E-modul berbasis STEM pada materi energi dan perubahannya layak digunakan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penilaian ahli media sebesar 87,6% dengan kategori “sangat layak”, penilaian ahli materi sebesar 84,68% dengan kategori “sangat layak”. uji coba produk menunjukkan nilai sebesar 90,07% dengan

kategori “sangat menarik”, Hasil uji keefektifan menunjukkan bahwa 76.7% siswa mencapai ketuntasan dalam uji keefektifan. Dengan demikian e-modul berbasis STEM pada materi energi dan perubahannya layak untuk digunakan. Untuk peneliti selanjutnya agar dapat menyempurnakan pengembangan e-modul ini sampai tahap penyebarluasan dan terus melakukan pembaruan konten e-modul sesuai dengan perkembangan terbaru di bidang STEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, I. N., Amri, M. K., Ikashaum, F., & Mispani, M. (2021). Pengembangan Modul Kalkulus dengan Pemanfaatan Software Geogebra. *JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*. <https://doi.org/10.15642/jrpm.2021.6.1.13-23>
- Cholily, Y. M. (2020). Pembelajaran di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 6(1), 1–6.
- Kemendikbud. (2017). *Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam*.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Bumi Aksara.
- Mariana, I. M. A., & Praginda, W. (2009). *Hakikat IPA dan pendidikan*
- Nerita, S., Hartati, Y. S., Maizeli, A., & Afza, A. (2018). Validitas Handout Berbasis Penemuan Terbimbing Pada Perkuliahan Evaluasi Proses Dan Hasil Belajar Biologi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v4i2.131>
- Nurudin, K. (2023). *TERHADAP KINERJA GURU Pendahuluan*. 8(2), 299–314.
- Nurramadhani, A., Lathifah, S. S., & Permana, I. (2020). Students' Generated Questions Quality by Developing STEM-based E-Module in Science Learning. *Scientiae Educatia*, 9(2), 134. <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v9i2.7131>
- OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*). 2022.
- Oktaviani, P., Hartono, H., & Marwoto, P. (2017). Pengembangan Multimedia Interaktif Bervisi SETS sebagai Alat Bantu Model Problem Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran IPA di SMP untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Sosial Peserta Didik. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*. <https://doi.org/10.24905/psej.v2i2.746>
- Puspita, L. (2019). Pengembangan modul berbasis keterampilan proses sains sebagai bahan ajar dalam pembelajaran biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22530>
- Prastowo, A. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jakarta: Diva Press
- Rinaryati, N. (2021). E-Modul Counter Berbasis Flip Pdf pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 192. <https://doi.org/10.23887/jipp.v5i2.31240>
- Rozalia, A., Kasrina, K., & Ansori, I. (2019). Pengembangan Handout Biologi

Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Sma Kelas X. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 2(2), 44–51.
<https://doi.org/10.33369/diklabio.2.2.44-51>

Rozhana, K. M., & Anwar, M. F. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Multiple Intelligences untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Bidang Pendidikan Dasar*.
<https://doi.org/10.21067/jbpd.v6i1.5957>

Saiful Bahri Djamarah, Asman Zain, 2013. *Strategi Belajar mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta, h. 92.

Shinta, R. 2023 "Pelaksanaan Pendidikan: Ratri Materi dan Pembelajaran IPA 4C." *Pelaporan BKD IKIP PGRI Wates 1*.

Thiagarajan. 1974. *Thiagarajan, Sivasailam; And Others Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook, Indiana univ, Bloomington. Center for innovation in. research and development*. 137-159.

Yogantari, P., Yuliati, L., & Suyudi, A. (2014). Pengaruh Model Integrative Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Mata Pelajaran Fisika Kelas X MIA (Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam) SMAN 3 Malang. *Jurnal Online Pendidikan Fisika Universitas Negeri Malang*.

Yulia, Y. (2021). Validitas Bahan Ajar Berbasis Riset Pada Materi Sistem Reproduksi Sma/Ma. *Horizon*, 1(1), 195–203.
<https://doi.org/10.22202/horizon.v1i1.4710>