
MODUL DIGITAL INTERAKTIF BERBASIS SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING MATHEMATICS (STEM) PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Laila Nuraini Fitri¹, Vina Serevina², Ely Rismawati³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka Jakarta Timur, 13220, Indonesia

e-mail: *lailaaini60@gmail.com, vina.serevina77@gmail.com,
elyrismawati@unj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul digital interaktif berbasis STEM dengan memanfaatkan platform Canva dan Heyzine Flipbooks sebagai media bantu. Manfaat penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam pengembangan konsep pembelajaran berbasis STEM, khususnya dalam materi energi terbarukan. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 59 Jakarta semester genap tahun 2025. Metode yang digunakan adalah Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan dinyatakan sangat layak digunakan, dengan penilaian dari ahli media sebesar 89% (sangat layak), ahli materi 86% (sangat layak), dan ahli pembelajaran 96% (sangat layak). Hasil uji coba produk juga menunjukkan tingkat kelayakan yang tinggi, yaitu 96% (sangat baik) dari guru dan 85% (sangat baik) dari peserta didik. Dengan demikian modul digital interaktif berbasis STEM pada materi energi terbarukan layak digunakan sebagai bahan ajar fisika di SMA.

Kata kunci: Modul Digital, STEM, Energi Terbarukan

ABSTRACT

This study aims to develop an interactive digital module based on STEM by utilizing the Canva and Heyzine Flipbooks platforms as supporting media. The benefits of this study are to contribute to the development of STEM-based learning concepts, especially in renewable energy materials. This research was conducted at SMA Negeri 59 Jakarta in the even semester of 2025. This research method used Research and Development (R&D) with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The results of this study indicate that the developed product is declared very feasible to use, with an assessment from media experts of 89% (very feasible), material experts 86% (very feasible), and learning experts 96% (very feasible). The product trial results also showed a high level of feasibility, namely 96% (very good) from teachers and 85% (very good) from students. Thus, the interactive digital module based on STEM on renewable energy material is suitable for use as a physics teaching material in high school.

Keywords : Digital Module, STEM, Renewable Energy.

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran strategis dalam membentuk individu yang bertanggung jawab dan berakhlak mulia, serta mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi di era globalisasi (Serevina & Hamidah,

2022). Dalam hal ini peningkatan kualitas pendidikan perlu mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk kinerja guru dan inovasi dalam pengembangan pembelajaran (Hoesny & Darmayanti, 2022). Perkembangan teknologi menuntut

adanya transformasi media pembelajaran dari bentuk tradisional ke digital guna mendukung pembelajaran mandiri yang lebih efektif (Rahmawati dkk., 2024).

Modul digital interaktif menjadi alternatif bahan ajar yang memungkinkan siswa belajar fleksibel melalui perangkat digital dengan dukungan elemen multimedia seperti teks, gambar, animasi, dan video (Laili, 2019; Maynastiti dkk., 2020). Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang bersifat multidisipliner sangat relevan untuk diintegrasikan dalam modul digital karena mampu mengaitkan konsep-konsep sains dengan situasi dunia nyata (Syarah dkk., 2021)

Konteks energi terbarukan, seperti energi surya, biomassa, dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA), merupakan topik yang tepat untuk pembelajaran berbasis STEM. Siswa dapat memahami proses konversi energi melalui prinsip ilmiah, teknologi, dan rekayasa (Afif & Martin, 2022; Lutfi & Sodik, 2022) Dengan demikian, pengembangan modul digital interaktif berbasis STEM pada materi energi terbarukan menjadi langkah penting untuk meningkatkan literasi sains, pemahaman teknologi ramah lingkungan, dan kemampuan problem-solving siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan dan menguji keefektifan sebuah produk. Menurut Borg & Gall (1983) penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses untuk mengembangkan serta memvalidasi produk-produk pendidikan. Model pengembangan

yang digunakan adalah ADDIE, yang mencakup tahapan *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Data yang digunakan merupakan data primer dengan subjek siswa kelas X SMAN 59 Jakarta. Instrumen penelitian meliputi penilaian ahli serta uji coba produk oleh guru dan siswa. Teknik pengumpulan data mencakup observasi, wawancara, dan dokumentasi, sementara analisis data difokuskan pada aspek kelayakan, keterpakaian (praktikalitas), dan keefektifan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ialah hasil pengumpulan data dan uji coba produk berupa modul interaktif digital berbasis STEM pada materi energi terbarukan untuk mendukung implementasi Merdeka Belajar di SMAN 59 Jakarta. Penelitian ini mencakup beberapa tahapan pengembangan yang dirancang secara sistematis sesuai dengan prosedur penelitian pengembangan media pembelajaran.

Hasil Tahap Analisis

Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi, angket kepada 92 siswa, dan wawancara dengan siswa serta guru fisika di SMAN 59 Jakarta. Hasil menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi media konvensional seperti PowerPoint dan kurang melibatkan siswa secara aktif. Sebanyak 63% siswa mengandalkan PowerPoint guru, sementara 50% lebih memilih belajar mandiri di rumah. Mayoritas siswa menyatakan membutuhkan sumber belajar tambahan, tertarik pada media digital (63%), familiar dengan modul digital interaktif (60,9%), dan yakin modul tersebut dapat meningkatkan pemahaman (88%). Wawancara

menguatkan bahwa siswa membutuhkan media yang menarik dan fleksibel, sedangkan guru menginginkan media STEM yang praktis. Temuan ini menunjukkan perlunya pengembangan modul digital interaktif berbasis STEM untuk materi energi terbarukan.

Hasil Tahap Perancangan

Pada tahap Design, dilakukan perancangan modul digital interaktif berbasis STEM yang mencakup keselarasan isi, tampilan, dan pendekatan pembelajaran. Proses ini dimulai dengan pembuatan storyboard sebagai sketsa awal navigasi, antarmuka, dan susunan halaman, serta integrasi fitur interaktif untuk meningkatkan keterlibatan siswa (Risniawati dkk., 2020). Desain tampilan modul berisi cover, daftar isi, panduan penggunaan modul digital, capaian pembelajaran, peta konsep, materi pembelajaran, contoh soal, rangkuman, asesmen sumatif, kunci jawaban, glosarium, dan daftar pustaka.

Tabel 1. Desain Tampilan Modul Digital

N o.	Halaman	Tampilan
1)	Cover	

2) Daftar Isi



3) Panduan Pengguna an Modul Digital



4) Capaian Pembelajaran



5) Peta Konsep



6) Materi Pembelajaran



7) Contoh Soal

EXAMPLE

Berikut ini pernyataan mengenai nilai-nilai Pancasila. Pilih tiga di antara pernyataan tersebut yang paling sesuai dengan nilai-nilai Pancasila yang terkandung dalam pernyataan tersebut.

1. Berani bertanggung jawab
2. Menghormati hak orang lain
3. Menghormati hak orang lain
4. Menghormati hak orang lain

Manakah pernyataan yang benar?

1. Pernyataan 1 dan 2
2. Pernyataan 1 dan 3
3. Pernyataan 1 dan 4
4. Pernyataan 2 dan 3
5. Pernyataan 2 dan 4
6. Pernyataan 3 dan 4

Answer

1. Pernyataan 1 dan 2

12 Daftar Pustaka

DAFTAR PUSTAKA

Alif, S. (2021). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw di Kelas X IPS SMA Negeri 1 Kota Palembang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(1), 1-10.

Arif, M. (2020). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw di Kelas X IPS SMA Negeri 1 Kota Palembang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(1), 1-10.

Arif, M. (2020). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw di Kelas X IPS SMA Negeri 1 Kota Palembang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(1), 1-10.

Arif, M. (2020). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw di Kelas X IPS SMA Negeri 1 Kota Palembang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(1), 1-10.

Arif, M. (2020). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw di Kelas X IPS SMA Negeri 1 Kota Palembang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(1), 1-10.

8) Rangkuman

Summary

- Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain, tetapi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.
- Energi dapat disimpan dalam berbagai bentuk, seperti panas, cahaya, bunyi, dan kimia.
- Energi dapat ditransfer dari satu objek ke objek lain.
- Energi dapat digunakan untuk melakukan kerja.
- Energi dapat digunakan untuk memanaskan benda.
- Energi dapat digunakan untuk menggerakkan benda.
- Energi dapat digunakan untuk melakukan kerja mekanik.
- Energi dapat digunakan untuk melakukan kerja listrik.
- Energi dapat digunakan untuk melakukan kerja kimia.
- Energi dapat digunakan untuk melakukan kerja nuklir.

9) Asesmen Sumatif

Asesmen Sumatif

Pilihlah Ganda

1. Energi yang tersimpan dalam baterai adalah...

a. Energi potensial kimia
b. Energi potensial listrik
c. Energi potensial mekanik
d. Energi potensial elastis
e. Energi potensial gravitasi

2. Manakah pernyataan yang benar mengenai energi?

a. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.
b. Energi dapat diciptakan dan dimusnahkan.
c. Energi dapat diciptakan, tetapi tidak dapat dimusnahkan.
d. Energi dapat dimusnahkan, tetapi tidak dapat diciptakan.
e. Energi dapat diciptakan dan dimusnahkan.

3. Manakah pernyataan yang benar mengenai energi kinetik?

a. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak.
b. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda yang diam.
c. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak dan diam.
d. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak dan tidak bergerak.
e. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak dan tidak bergerak.

10 Kunci Jawaban

Kunci Jawaban

1. a
2. a
3. a
4. a
5. a
6. a
7. a
8. a
9. a
10. a
11. a
12. a
13. a
14. a
15. a
16. a
17. a
18. a
19. a
20. a

11 Glosarium

GLOSARIUM

• **Asesmen**: Proses untuk mengetahui, mengukur, dan menilai pencapaian belajar siswa.

• **Asesmen Sumatif**: Asesmen yang dilakukan di akhir pembelajaran untuk mengukur pencapaian belajar siswa.

• **Asesmen Formatif**: Asesmen yang dilakukan selama pembelajaran untuk memantau kemajuan belajar siswa.

• **Asesmen Diagnostik**: Asesmen yang dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman awal siswa.

• **Asesmen Autentik**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam menggunakan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam situasi dunia nyata.

• **Asesmen Berbasis Kinerja**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam melakukan tugas-tugas tertentu.

• **Asesmen Berbasis Portofolio**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam mengumpulkan dan menyajikan karya mereka.

• **Asesmen Berbasis Proyek**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam menyelesaikan proyek.

• **Asesmen Berbasis Masalah**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam memecahkan masalah.

• **Asesmen Berbasis Situasi**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dalam situasi tertentu.

• **Asesmen Berbasis Perilaku**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam menunjukkan perilaku tertentu.

• **Asesmen Berbasis Sikap**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam menunjukkan sikap tertentu.

• **Asesmen Berbasis Nilai**: Asesmen yang menilai kemampuan siswa dalam menunjukkan nilai tertentu.

Pada tahap perancangan modul digital interaktif berbasis STEM pada materi energi terbarukan menunjukkan bahwa perlu adanya perbaikan pada tahapan storyboard dan penjabaran elemen aspek STEM yang masih kurang jelas, sehingga perlu dilakukan revisi agar alur penyajian materi dan integrasi aspek STEM menjadi lebih terstruktur dan mudah dipahami (Dewi & Jauharyah, 2021).

Hasil Pengembangan Tahap pengembangan bertujuan menghasilkan modul digital interaktif berbasis STEM yang layak, praktis, dan efektif untuk pembelajaran fisika. Penelitian dilakukan pada 92 siswa kelas X SMAN 59 Jakarta, mengikuti tahapan model ADDIE: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Uji kelayakan dilakukan melalui instrumen penilaian ahli materi dan media yang dilengkapi rubrik (Depiani dkk., 2019). Para ahli memberikan skor dan masukan untuk perbaikan produk. Kelayakan modul dianalisis menggunakan Skala Likert dengan rentang skor 1–5.

Tabel 2. Skor Skala Likert

No	Keterangan	Bobot Skor
1	Sangat Layak/Sangat Baik	5

2	Layak/Baik	4	
3	Ragu-Ragu	3	
4	Tidak Layak/Tidak Baik	2	
5	Sangat Layak/Sangat Setuju	Tidak Layak/Tidak Setuju	1

(Arikunto, 2019).

Skor yang diperoleh akan dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$P_s = \frac{\Sigma \text{ skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{ skor maksimum}} \times 100\%$$

Kemudian data yang diperoleh dari perhitungan tersebut dianalisis untuk melihat interpretasi kelayakan produk sesuai dengan kriterianya. Hasil analisis selanjutnya dijadikan pertimbangan untuk merevisi media yang dikembangkan.

Tabel 3. Persentase Interpretasi Uji Kelayakan

Persentase	Kriteria
80% ≤ <i>Interpretasi</i> 100%	Sangat Layak
60% ≤ <i>Interpretasi</i> ≤ 80%	Layak
40% ≤ <i>Interpretasi</i> ≤ 60%	Cukup Layak
20% ≤ <i>Interpretasi</i> < 40%	Tidak Layak
<i>Interpretasi</i> ≤ 20%	Sangat Tidak Layak

(Arikunto, 2019).

Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa modul digital interaktif berbasis STEM dinilai sangat layak. Ahli media memberikan skor 89%, mencerminkan desain visual dan interaktivitas yang menarik. Ahli materi menilai 86%, menunjukkan kesesuaian isi dengan kurikulum dan pendekatan STEM. Ahli pembelajaran memberi skor tertinggi, 96%, menandakan dukungan kuat terhadap proses belajar mengajar. Dengan rata-rata skor tinggi, modul ini dinyatakan layak digunakan dalam

pembelajaran fisika di kelas X SMAN 59 Jakarta.

Hasil uji coba produk menunjukkan bahwa modul digital interaktif berbasis STEM pada materi energi terbarukan dinilai sangat layak dan praktis digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan angket yang diberikan kepada guru, modul memperoleh penilaian dengan persentase sebesar 96% dalam kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa modul ini sangat membantu guru dalam menyampaikan materi. Selain itu, respons dari 36 siswa menunjukkan bahwa 85% dari mereka menilai modul dalam kategori sangat baik, yang mengindikasikan bahwa modul tersebut sangat praktis digunakan dari segi efisiensi waktu dan kemudahan pemahaman.

Pada tahap pengembangan, masukan dari ahli media mencakup perbaikan pada penomoran, jenis tulisan dan font yang digunakan, serta kejelasan pada bagian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Sementara itu, ahli materi memberikan masukan terkait aspek STEM pada materi energi terbarukan seperti air, biomassa, dan sel surya, serta menyarankan penambahan penjelasan yang lebih mendalam pada komponen matematika. Di sisi lain, aspek pembelajaran menunjukkan adanya kekurangan pada storyboard dan pengenalan konsep STEM, sehingga perlu dilakukan revisi untuk meningkatkan kualitas penyampaian materi dan keterpaduan unsur STEM dalam pembelajaran.

Hasil Implementasi

Implementasi modul dalam pembelajaran secara langsung tidak dapat dilakukan karena keterbatasan waktu, sehingga penelitian ini hanya

sampai pada tahap uji coba lapangan. Uji coba dilakukan dalam dua skala, yaitu skala kecil sebanyak 5 orang dan skala besar sebanyak 36 siswa kelas X-3 di SMAN 59 Jakarta. Kegiatan uji coba berlangsung selama dua hari; hari pertama digunakan untuk pembelajaran sesuai Kurikulum Merdeka, dan hari kedua siswa mengerjakan LKPD serta mengisi angket kepraktisan.

Hasil Evaluasi

Evaluasi modul digital interaktif berbasis STEM dilakukan pada setiap tahap model ADDIE. Analisis fokus pada identifikasi kebutuhan siswa, desain dinilai oleh ahli untuk memastikan kesesuaian rancangan, dan pengembangan dievaluasi melalui penilaian prototipe. Implementasi diuji di kelas untuk menilai efektivitas dan kemudahan penggunaan. Evaluasi formatif dilakukan secara berkelanjutan untuk menjamin kualitas dan pencapaian tujuan pembelajaran.

Modul digital interaktif berbasis STEM pada materi energi terbarukan dinilai sangat layak digunakan berdasarkan uji coba isi, penyajian, dan interaktivitasnya. Modul menyajikan materi sesuai kurikulum dengan pendekatan integratif sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, lengkap dengan ilustrasi, simulasi, dan aktivitas interaktif. Antarmuka menarik dan navigasi mudah mendukung pembelajaran fisika kelas X SMA.

Kelayakan modul dinilai oleh ahli media (89%), ahli materi (86%), dan ahli pembelajaran (96%), semuanya masuk kategori sangat layak, menunjukkan aspek visual, materi, dan prinsip pembelajaran terpenuhi (Arikunto, 2019). Uji coba di kelas menghasilkan skor sangat baik 96% dari guru dan

85% dari siswa, menandakan modul praktis, efektif, menarik, dan mudah dipahami. Hasil ini menegaskan modul layak dan praktis digunakan dalam pembelajaran fisika di lapangan.

KESIMPULAN

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini adalah modul digital interaktif fisika berbasis STEM berbantuan Canva, Flip PDF Professional, dan Heyzine Flipbooks pada materi Energi Terbarukan. Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini ialah sebagai referensi tambahan dalam mengembangkan bahan ajar digital interaktif pada pembelajaran fisika, khususnya dalam topik energi terbarukan, serta menjadi alternatif media pembelajaran inovatif yang dapat dimanfaatkan oleh guru fisika di jenjang SMA dalam mendukung implementasi pembelajaran berbasis STEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 43. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.997>
- Depiani, M. R., Pujani, N. M., & Devi, N. L. P. L. (2019). Pengembangan Instrumen Penilaian Praktikum Ipa Berbasis Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 2(2), 59. <https://doi.org/10.23887/jppsi.v2i2.19374>
- Dewi, I. S., & Jauhariyah, M. N. R. (2021). Analisis Bibliometrik Implementasi Pembelajaran Fisika Berbasis STEM pada Tahun 2011-2021. *Jurnal Ilmiah*

- Pendidikan Fisika*, 5(3), 368.
<https://doi.org/10.20527/jjpf.v5i3.3904>
- Hoesny, M. U., & Darmayanti, R. (t.t.). Permasalahan dan Solusi Untuk Meningkatkan Kompetensi dan Kualitas Guru: Sebuah Kajian Pustaka. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(2).
- Laili, I. (2019). *Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik*. 3.
<https://doi.org/10.21009/JEVET.0031.03>
- Lutfi, M., & Sodik, D. (2022). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air di Bendungan Cipanas Sumedang. *Jurnal Teknik Energi*, 11(2), 18–23.
<https://doi.org/10.35313/energi.v11i2.3534>
- Maynastiti, D., Serevina, V., & Sugihartono, I. (2020). The development of flip book contextual teaching and learning-based to enhance students' physics problem solving skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), 012076.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012076>
- Rahmawati, L., Ambulani, N., Febrian, W. D., Widyatiningtyas, R., & Rita, R. S. (2024). *Pemanfaatan aplikasi canva dalam penyusunan media pembelajaran berbasis teknologi*. 1.
- Risniawati, M., Serevina, V., & Delina, M. (2020). The development of E-learning media to improve students' science literacy skill in Senior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481, 012075.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012075>
- Serevina, V., & Hamidah, I. (2022). Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) based Geothermal Energy Source Digital Module Assisted by Canva Application. *Journal of Physics: Conference Series*, 2377(1), 012063.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2377/1/012063>
- Syarah Syahiddah, D., Dwi Aristya Putra, P., & Supriadi, B. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPPF)*, 2(1), 1–8.
<https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.438>