

Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Literasi Teknologi Siswa pada Materi Usaha dan Energi

Lisa Febriani¹ Yuni Warty²

Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan,
Medan, Sumatera Utara, Indonesia^{1,2}
Email: lisaafebriani0204@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian bertujuan mengembangkan e-modul fisika berbasis STEM materi usaha dan energi yang sesuai, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi teknologi siswa. Metode (R&D) model ADDIE meliputi tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Instrumen penelitian meliputi lembar kelayakan dari ahli materi, ahli media, dan ahli asesmen, kuesioner respons untuk pendidik dan siswa, tes kognitif berupa pretest dan posttest. Subjek penelitian terdiri dari 20 siswa dalam uji coba terbatas dan 70 siswa pada kelas eksperimen dan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan e-modul memiliki tingkat kelayakan sangat baik, dengan persentase validasi 91% dari ahli materi, 91,25% dari ahli media, dan 95% dari ahli asesmen. Respon pendidik sebesar 95,45%, respon siswa pada uji coba terbatas 96,25%, dan uji kelompok besar 98% dikategorikan sangat praktis. Analisis keefektifan menunjukkan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen 82,34 lebih tinggi dari kelas kontrol 80,40. Uji-t sampel independen menunjukkan perbedaan signifikan ($\text{sig.} < 0,05$), dengan ukuran efek 0,7803 kategori besar.

Kata Kunci: STEM, E-Modul Fisika, Literasi Teknologi, Usaha dan Energi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut transformasi dalam proses pembelajaran, di mana kegiatan pendidikan tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep tetapi juga pada pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya literasi teknologi. Literasi teknologi merupakan keterampilan penting yang harus dimiliki siswa untuk menghadapi era digital, karena berkaitan dengan kemampuan mereka untuk memahami, memanfaatkan, dan menilai teknologi dalam kehidupan sehari-hari (Syamsudin et al., 2025). Integrasi literasi teknologi dalam pembelajaran STEM juga berperan penting dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global dan kemajuan teknologi modern (Govender, 2025). Namun, literasi teknologi siswa masih perlu ditingkatkan, sehingga dibutuhkan cara-cara baru untuk mengajar yang dapat secara efektif menggunakan teknologi. Literasi teknologi mengacu pada kemampuan individu dalam menggunakan, mengelola, menilai, serta memahami teknologi untuk menyelesaikan berbagai permasalahan (Abdull Rafid Fakhrun Gani & Sabani, 2024). Namun, kondisi literasi teknologi di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari posisi Indonesia dalam IMD World Digital Competitiveness Ranking (WDCR) tahun 2024 yang berada pada peringkat ke-43 dari 67 negara, yang menunjukkan bahwa kemampuan literasi teknologi, khususnya di kalangan pelajar, masih perlu ditingkatkan (IMD World Digital Competitiveness Ranking, 2024).

Dalam pembelajaran fisika, khususnya materi usaha dan energi, siswa tidak hanya diharapkan memahami konsep secara matematis, tetapi juga harus mampu menghubungkannya dengan bagaimana teknologi digunakan dalam kehidupan nyata. Konsep kerja dan energi sangat berkaitan dengan banyak teknologi, salah satunya adalah alat pengangkat seperti crane menara dan crane mini. Penggunaan alat tersebut menunjukkan bagaimana gagasan gaya, usaha, energi potensial, dan efisiensi energi digunakan dalam suatu

sistem mekanik. Dengan menunjukkan kepada siswa contoh kehidupan nyata seperti tower crane, siswa dapat melihat bahwa fisika bukan sekadar gagasan abstrak, tetapi juga memiliki kegunaan dalam dunia nyata, khususnya dalam bidang teknologi dan industri.

Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) merupakan salah satu cara yang tepat untuk menggabungkan fisika dengan teknologi. Pembelajaran berbasis STEM berfokus pada integrasi berbagai disiplin ilmu untuk menyelesaikan masalah nyata serta mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif (Hallawa et al., 2024). Integrasi teknologi dalam pembelajaran STEM terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa serta kualitas pembelajaran melalui penggunaan media digital dan interaktif (Afandi et al., 2025). Oleh karena itu, penerapan STEM dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi usaha dan energi, menjadi sangat penting untuk meningkatkan literasi teknologi siswa. Namun, pembelajaran fisika di sekolah masih belum sepenuhnya mengintegrasikan pendekatan tersebut. Materi yang digunakan sebagian besar masih berupa buku teks atau modul tradisional yang belum menghubungkan konsep usaha dan energi dengan teknologi secara bermakna. E-modul yang ada juga umumnya hanya menyajikan materi secara digital tanpa adanya aktivitas berbasis STEM yang mendukung eksplorasi siswa. Padahal, pembelajaran digital berbasis STEM memiliki potensi besar dalam membantu siswa berpikir kritis dan memecahkan masalah (Khalid et al., 2025).

Berdasarkan hasil studi awal di SMA Negeri 2 Binjai, diketahui bahwa bahan ajar yang digunakan belum memfasilitasi siswa untuk memahami keterkaitan antara konsep fisika dan penerapan teknologi, khususnya pada alat seperti tower crane. Selain itu, belum tersedia media pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep usaha dan energi dengan menggunakan alat sederhana seperti mini crane. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan pembelajaran berbasis STEM dengan ketersediaan bahan ajar yang mampu mendukung pengembangan literasi teknologi siswa. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan e-modul berbasis STEM pada materi usaha dan energi dengan mengintegrasikan penerapan teknologi melalui contoh tower crane dan mini crane. E-modul dirancang secara sistematis dengan menyajikan kegiatan pembelajaran kontekstual yang menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi teknologi dalam kehidupan nyata. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan e-modul yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi teknologi siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development). Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan e-modul fisika berbasis STEM dengan topik usaha dan energi yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi teknologi siswa. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 2 Binjai selama tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI yang merupakan bagian dari tahap uji coba produk. Terdapat 20 siswa dalam uji coba terbatas dan 70 siswa dalam uji kelompok besar, yang terdiri dari 35 siswa pada kelompok eksperimen dan 35 siswa pada kelompok kontrol. Penelitian ini juga melibatkan validator, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli asesmen, untuk mengevaluasi kelayakan e-modul yang dikembangkan. Prosedur penelitian ini didasarkan pada model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Tahap analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan siswa, karakteristik siswa, serta permasalahan yang dihadapi dalam mempelajari fisika khususnya pada materi usaha dan energi. Tahap desain meliputi penyusunan struktur e-modul, pengorganisasian materi, serta perancangan aktivitas pembelajaran berbasis STEM.

Tahap pengembangan dilakukan dengan menyusun e-modul sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, kemudian divalidasi oleh para ahli untuk mengetahui tingkat kelayakannya. Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba terbatas dan uji kelompok besar untuk mengetahui kepraktisan dan efektivitas e-modul. Selanjutnya, tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kualitas produk serta melakukan perbaikan berdasarkan hasil validasi dan uji coba. Data dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan beberapa instrumen, yaitu lembar validasi ahli, angket respons pendidik dan siswa, serta tes kognitif berupa pretest dan posttest. Lembar validasi digunakan untuk mengevaluasi e-modul dari aspek isi, penyajian, bahasa, dan tampilan. Angket respons diberikan kepada guru dan siswa untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan kebermanfaatan e-modul setelah digunakan dalam pembelajaran. Sementara itu, tes pretest dan posttest digunakan untuk mengukur peningkatan literasi teknologi siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Teknik pengumpulan data meliputi pemberian lembar validasi kepada para ahli, penyebaran angket kepada pendidik dan siswa setelah penggunaan e-modul, serta pelaksanaan pretest sebelum pembelajaran dan posttest setelah pembelajaran. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui tingkat kelayakan dan kepraktisan e-modul. Selain itu, analisis statistik inferensial juga digunakan, meliputi uji normalitas, uji homogenitas, uji t sampel independen, serta uji ukuran efek (effect size) untuk memastikan efektivitas e-modul dalam meningkatkan literasi teknologi siswa.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-modul fisika berbasis STEM dengan topik usaha dan energi, yang dikembangkan melalui serangkaian tahapan sistematis. Tahapan tersebut meliputi validasi oleh para ahli untuk menilai kesesuaian konten dan desain, uji kepraktisan untuk menentukan kemudahan penggunaan bagi pendidik dan siswa dalam proses pembelajaran, serta uji efektivitas untuk mengukur sejauh mana e-modul tersebut dapat meningkatkan literasi teknologi siswa. Seluruh hasil penelitian dari setiap tahapan tersebut kemudian disajikan secara sistematis dalam bentuk tabel disertai deskripsi yang terperinci, sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas dan komprehensif mengenai kualitas produk e-modul yang telah dikembangkan..

Hasil Kelayakan E-Modul

Kelayakan modul elektronik dinilai oleh ahli materi, ahli media, dan ahli asesmen untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan.

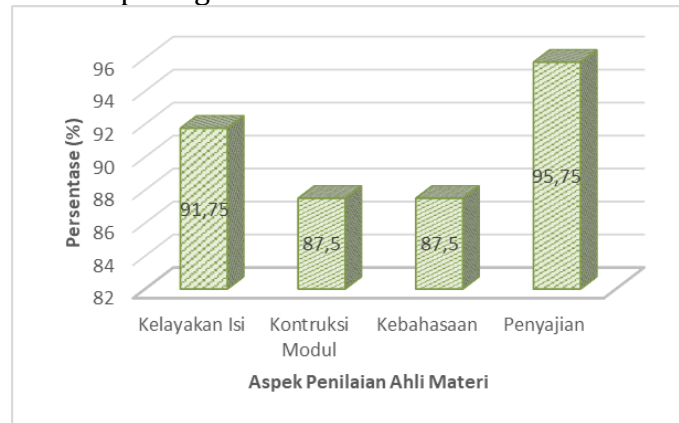
- Validasi ahli materi dilakukan untuk mengetahui apakah e-modul yang dikembangkan sudah layak digunakan dari segi isi dan penyajiannya (Sipalyung & Panggabean, 2024). Penilaian difokuskan pada empat aspek, yaitu kelayakan isi, konstruksi modul, kebahasaan, dan penyajian. Data diperoleh melalui pengisian kuesioner, kemudian diolah ke dalam bentuk persentase dan disajikan pada tabel. 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Rata-rata Aspek	Kategori
1	Kelayakan Isi	91,75%	Sangat Layak
2	Konstruksi Modul	87,50%	Sangat Layak
3	Kebahasaan	87,50%	Sangat Layak
4	Penyajian	95,75%	Sangat Layak
	Rata-rata	91,00%	Sangat Layak

Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek kelayakan isi memperoleh nilai sebesar 91,75%, yang berarti materi dalam e-modul sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan relevan dengan kurikulum. Aspek konstruksi modul memperoleh nilai 87,50%, yang

menunjukkan bahwa penyusunan materi sudah teratur dan mudah diikuti. Pada aspek kebahasaan, diperoleh nilai sebesar 87,50%, yang menandakan bahwa bahasa yang digunakan cukup jelas dan dapat dipahami oleh siswa. Sementara itu, aspek penyajian memperoleh nilai tertinggi sebesar 95,75%, yang menunjukkan bahwa tampilan dan cara penyajian materi sudah sangat baik dan menarik. Hasil tersebut juga disajikan dalam bentuk diagram yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Hasil Validasi Ahli Materi

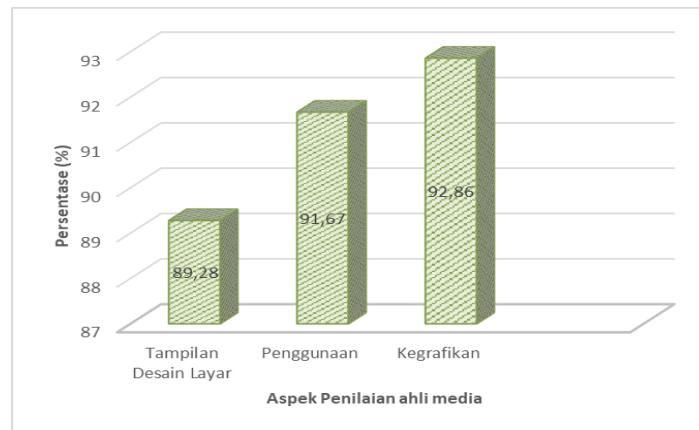
Rata-rata keseluruhan dari keempat aspek tersebut adalah sebesar 91% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria sebagai bahan ajar yang baik dan dapat digunakan dalam pembelajaran. Meskipun demikian, terdapat beberapa saran perbaikan, terutama pada penggunaan bahasa agar lebih sesuai dengan kaidah yang benar. Oleh karena itu, telah dilakukan revisi untuk membuat materi menjadi lebih jelas dan mudah dipahami.

- b. Validasi ahli media dilakukan untuk mengetahui kualitas e-modul dari segi tampilan dan kemudahan penggunaannya (Sipalyung & Panggabean, 2024). Penilaian mencakup tiga aspek, yaitu desain tampilan layar, kemudahan penggunaan, dan kegrafikan. Hasil penilaian kemudian diolah menjadi bentuk persentase dan disesuaikan dengan kriteria kelayakan. Data hasil penilaian tersebut disajikan dalam bentuk tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Rata-rata Aspek	Kategori
1	Tampilan Desain Layar	89,28%	Sangat Layak
2	Penggunaan	91,67%	Sangat Layak
3	Kegrafikan	92,86%	Sangat Layak
	Rata-rata	91,25%	Sangat Layak

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa aspek tampilan desain layar memperoleh nilai sebesar 89,28%, yang berarti tampilan e-modul sudah cukup menarik dan nyaman untuk dilihat. Aspek kemudahan penggunaan memperoleh nilai sebesar 91,67%, yang menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan dan memiliki navigasi yang jelas. Sementara itu, aspek kegrafikan memperoleh nilai sebesar 92,86%, yang menandakan bahwa gambar dan elemen visual lainnya sudah sangat baik dalam membantu pemahaman materi. Hasil tersebut juga disajikan dalam bentuk diagram yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Hasil Validasi Ahli Media

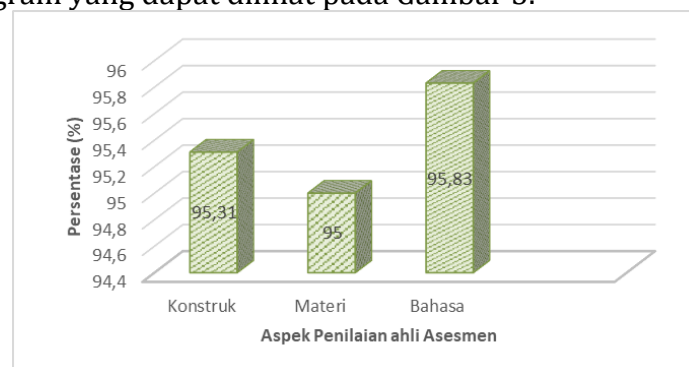
Rata-rata keseluruhan dari ketiga aspek tersebut adalah sebesar 91,25% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi standar dari segi media dan mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih menarik. Beberapa saran yang diberikan berkaitan dengan tampilan cover agar lebih menarik, dan perbaikan telah dilakukan dengan menyesuaikan desain visualnya.

- c. Validasi ahli asesmen dilakukan untuk menilai kualitas soal atau instrumen evaluasi yang terdapat dalam e-modul (Krisnanto et al., 2021). Penilaian mencakup tiga aspek, yaitu konstruksi, materi, dan bahasa. Data yang diperoleh kemudian diolah menjadi bentuk persentase dan dianalisis berdasarkan kriteria kelayakan. Hasil penilaian tersebut disajikan dalam bentuk tabel..

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Asesmen

No	Aspek	Rata-rata Aspek	Kategori
1	Konstruksi	95,31%	Sangat Layak
2	Materi	95,00%	Sangat Layak
3	Bahasa	95,83%	Sangat Layak
	Rata-rata	95,00%	Sangat Layak

Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek konstruksi memperoleh nilai sebesar 95,31%, yang berarti penyusunan soal sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator yang ingin dicapai. Aspek materi memperoleh nilai sebesar 95,00%, yang menunjukkan bahwa isi soal telah sesuai dengan materi yang diajarkan. Sementara itu, aspek kebahasaan memperoleh nilai sebesar 95,83%, yang menandakan bahwa bahasa dalam soal sudah jelas dan tidak menimbulkan kebingungan. Hasil tersebut juga disajikan dalam bentuk diagram yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Hasil Validasi Ahli Asesmen

Rata-rata keseluruhan dari ketiga aspek tersebut adalah sebesar 95% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen asesmen dalam e-modul sudah baik dan dapat digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa secara efektif. Adapun beberapa saran yang diberikan berkaitan dengan perbaikan rumusan soal agar lebih jelas dan sistematis, yang kemudian telah diperbaiki agar sesuai dengan kaidah penulisan yang baik.

Hasil Uji Kepraktisan E-Modul

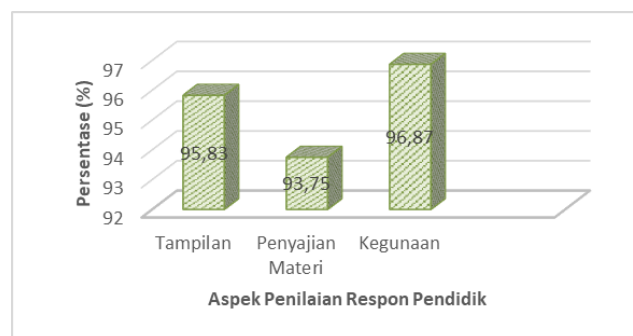
Uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui kemudahan penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran. Penilaian kepraktisan diperoleh dari respons guru dan siswa setelah menggunakan e-modul dalam kegiatan pembelajaran melalui angket yang telah disusun.

- a. Respons pendidik terhadap e-modul diperoleh setelah tahap validasi ahli selesai dilaksanakan dan dilanjutkan dengan uji kepraktisan. Pada tahap ini, pendidik dilibatkan sebagai responden untuk menilai tingkat kemudahan penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana e-modul praktis digunakan sekaligus sebagai dasar dalam melakukan perbaikan produk.

Tabel 4. Hasil Respon Pendidik

No	Aspek	Rata-rata Aspek	Kategori
1	Tampilan	95,83%	Sangat Praktis
2	Penyajian Materi	93,75%	Sangat Praktis
3	Kegunaan	96,87%	Sangat Praktis
	Rata-rata	95,45%	Sangat Praktis

Penilaian dilakukan berdasarkan tiga aspek, yaitu tampilan, penyajian materi, dan kegunaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek tampilan memperoleh persentase sebesar 95,83% dengan kategori sangat praktis. Aspek penyajian materi memperoleh persentase sebesar 93,75% yang juga termasuk dalam kategori sangat praktis. Sementara itu, aspek kegunaan memperoleh persentase sebesar 96,87% dengan kategori sangat praktis.



Gambar 4. Diagram Hasil Respon Pendidik

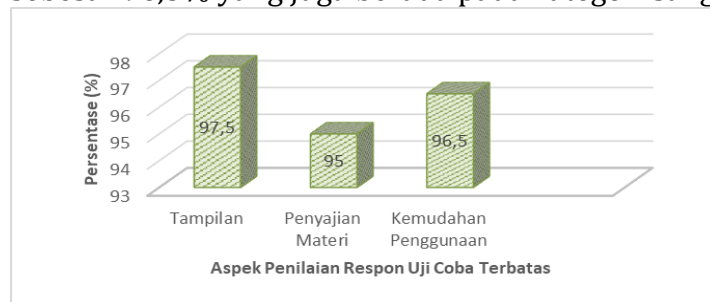
Secara keseluruhan, nilai rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 95,45% dengan kategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan mudah digunakan dan dapat membantu pendidik dalam melaksanakan pembelajaran secara lebih efektif.

- b. Uji coba terbatas dilaksanakan setelah e-modul mengalami revisi berdasarkan masukan dari para ahli. Pada tahap ini, data respons siswa diperoleh melalui angket yang terdiri dari 24 pernyataan dengan empat pilihan jawaban, yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Penilaian difokuskan pada tiga aspek, yaitu tampilan, penyajian materi, dan kemudahan penggunaan, dengan melibatkan 20 siswa sebagai responden.

Tabel 5. Hasil Respon Siswa Uji Coba Terbatas

No	Aspek	Rata-rata Aspek	Kategori
1	Tampilan	97,50%	Sangat Praktis
2	Penyajian Materi	95,00%	Sangat Praktis
3	Kemudahan Penggunaan	96,50%	Sangat Praktis
	Rata-rata	96,25%	Sangat Praktis

Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek tampilan memperoleh persentase sebesar 97,5% dengan kategori sangat praktis. Aspek penyajian materi memperoleh nilai sebesar 95% dengan kategori sangat praktis, sedangkan aspek kemudahan penggunaan memperoleh nilai sebesar 96,5% yang juga berada pada kategori sangat praktis.



Gambar 5. Diagram Hasil Respon Siswa Uji Coba Terbatas

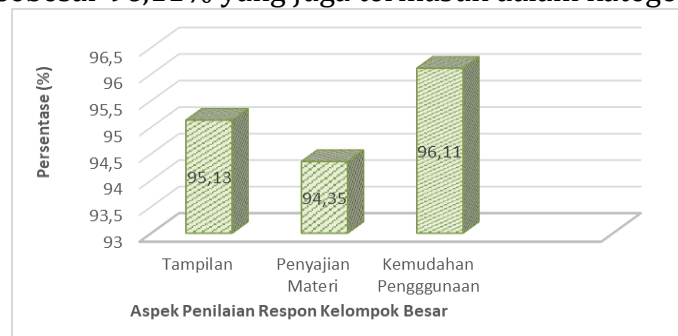
Secara keseluruhan, rata-rata persentase yang diperoleh adalah sebesar 96,25% dengan kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM mendapatkan tanggapan yang sangat baik dari siswa serta mudah digunakan dalam pembelajaran, sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap uji coba yang lebih luas.

- c. Uji coba kelompok besar dilakukan untuk mengetahui tingkat kepraktisan e-modul pada jumlah responden yang lebih banyak, yaitu sebanyak 35 siswa. Instrumen yang digunakan berupa angket dengan 24 pernyataan yang mencakup aspek tampilan, penyajian materi, dan kemudahan penggunaan. Setiap pernyataan disusun menggunakan skala Likert dengan empat pilihan jawaban..

Tabel 6. Hasil Respon Siswa Kelompok Besar

No	Aspek	Rata-rata Aspek	Kategori
1	Tampilan	95,13%	Sangat Praktis
2	Penyajian Materi	94,35%	Sangat Praktis
3	Kemudahan Penggunaan	96,11%	Sangat Praktis
	Rata-rata	98,00%	Sangat Praktis

Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek tampilan memperoleh persentase sebesar 95,13% dengan kategori sangat praktis. Aspek penyajian materi memperoleh nilai sebesar 94,35% dengan kategori sangat praktis, sedangkan aspek kemudahan penggunaan memperoleh nilai sebesar 96,11% yang juga termasuk dalam kategori sangat praktis.



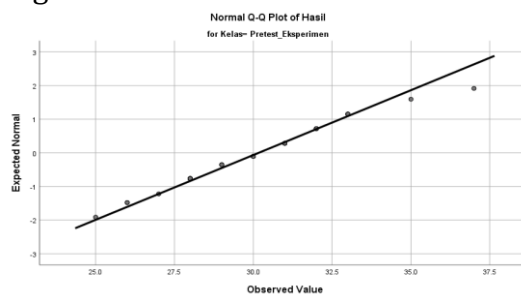
Gambar 6. Diagram Hasil Respon Siswa Kelompok Besar

Secara keseluruhan, diperoleh nilai rata-rata sebesar 98,00% dengan kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi serta memperoleh respons yang sangat positif dari siswa dalam kegiatan pembelajaran.

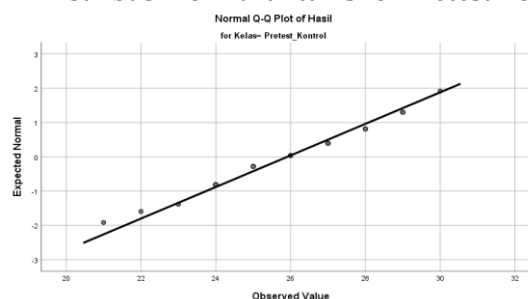
Hasil Uji Keefektifan E-Modul

Keefektifan e-modul berbasis STEM dalam penelitian ini dianalisis melalui beberapa tahapan, yaitu analisis statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, uji independent sample t-test, serta uji effect size. Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang masing-masing terdiri dari 35 siswa.

1. Statistik Deskriptif. Data dari kelas eksperimen dan kelas kontrol terlebih dahulu dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan bantuan program SPSS. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui gambaran umum data, meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata (mean), simpangan baku, dan varians. Pengukuran peningkatan literasi teknologi siswa dilakukan melalui posttest setelah masing-masing kelas diberikan perlakuan yang berbeda, sehingga dapat dibandingkan hasil belajar kedua kelas tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai pretest pada kelas eksperimen sebesar 30,17, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 25,91, yang menunjukkan adanya perbedaan kemampuan awal antara kedua kelas. Setelah diberikan perlakuan, rata-rata nilai posttest pada kelas eksperimen meningkat menjadi 82,34, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 80,40. Perbedaan ini menunjukkan bahwa hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.
2. Uji Normalitas. Setelah diperoleh data statistik deskriptif, selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Uji normalitas dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk dengan taraf signifikansi 0,05. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi pretest pada kelas eksperimen sebesar 0,476 dan kelas kontrol sebesar 0,258. Karena kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05, maka data pretest dinyatakan berdistribusi normal. Hal yang sama juga terjadi pada data posttest, di mana nilai signifikansi kelas eksperimen dan kontrol masing-masing lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data posttest juga berdistribusi normal. Hasil pengujian tersebut ditampilkan pada gambar berikut.

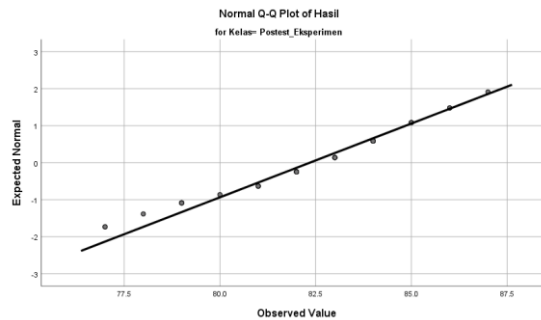


Gambar 7. Grafik Distribusi Normal untuk Skor *Pretest* Kelas Eksperimen

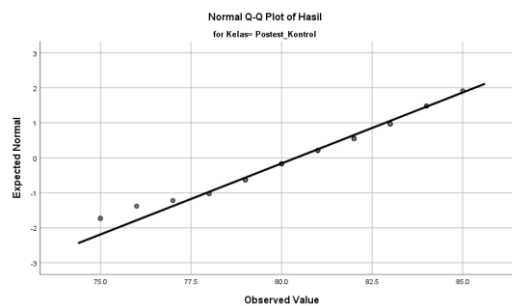


Gambar 8. Grafik Distribusi Normal untuk Skor *Pretest* Kelas Kontrol

Data dikatakan berdistribusi normal pada uji Q-Q Plot apabila titik-titik data menyebar di sekitar garis diagonal. Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8, terlihat bahwa sebaran data pada kedua kelas berada di sekitar garis diagonal.



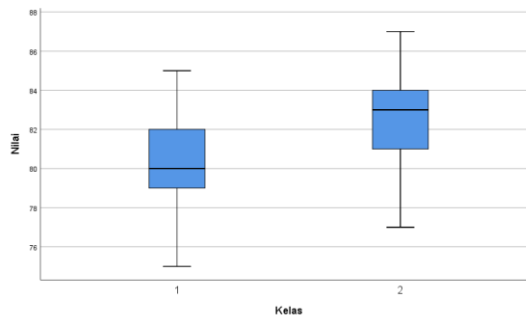
Gambar 9. Grafik Distribusi Normal untuk Skor *Posttest* Kelas Eksperimen



Gambar 10. Grafik Distribusi Normal untuk Skor *Posttest* Kelas Kontrol

Hasil grafik menunjukkan bahwa titik-titik data pada kedua kelas menyebar di sekitar garis diagonal, sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

- Uji Homogenitas. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah varians kedua kelompok sama atau homogen. Pengujian dilakukan menggunakan uji Levene dengan bantuan program SPSS.



Gambar 11. Uji Levene

Hasil perhitungan pada tabel keluaran untuk uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi rata-rata untuk data pretest dan posttest adalah 0,919 yang lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah sama atau homogen.

- Uji Independent Sample t-test. Uji independent sample t-test digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara dua kelompok yang tidak berpasangan, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan hasil uji sebelumnya, data telah memenuhi syarat karena berdistribusi normal dan homogen. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar $0,002 < 0,05$. Hal ini berarti

terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata nilai posttest pada kelas eksperimen sebesar 82,34, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 80,40. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis STEM memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan literasi teknologi siswa.

5. Uji Effect Size (Cohen's d). Besarnya pengaruh penggunaan e-modul berbasis STEM dianalisis menggunakan ukuran efek Cohen's d . Perhitungan ini didasarkan pada selisih rata-rata kedua kelompok yang dinormalisasi menggunakan simpangan baku gabungan. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai Cohen's d sebesar 0,7803. Nilai ini menunjukkan besarnya perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah dinormalisasi. Berdasarkan kriteria Cohen, nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang menuju tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis STEM memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap peningkatan literasi teknologi siswa. Selain signifikan secara statistik, hasil ini juga memiliki makna praktis yang tinggi dalam proses pembelajaran, karena menunjukkan bahwa perbedaan hasil belajar antara kedua kelompok memberikan dampak nyata.

Pembahasan

Penelitian ini membahas pengembangan e-modul berbasis STEM yang bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi siswa pada materi usaha dan energi. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, diketahui bahwa literasi teknologi siswa masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang masih berfokus pada buku teks serta belum optimalnya pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran. Selain itu, metode pembelajaran yang digunakan belum mampu melibatkan siswa secara aktif, sehingga pemahaman konsep fisika belum berkembang secara maksimal. Kondisi ini belum sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan e-modul berbasis STEM menjadi salah satu alternatif solusi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual. Pada tahap perancangan, e-modul disusun dengan memperhatikan struktur materi, tampilan visual, serta integrasi pendekatan STEM. Penggunaan media digital dalam bentuk flipbook interaktif memungkinkan siswa untuk mengakses materi secara fleksibel melalui berbagai perangkat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa media pembelajaran digital interaktif dapat meningkatkan motivasi serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Selain itu, pendekatan STEM dalam pembelajaran mampu menghubungkan konsep sains dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga membantu siswa memahami materi secara lebih mendalam dan kontekstual.

Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan berada dalam kategori sangat layak, baik dari aspek materi, media, maupun asesmen. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi standar kelayakan sebagai bahan ajar yang baik. Respons pengguna terhadap e-modul juga menunjukkan hasil yang sangat positif. Pendidik dan siswa memberikan penilaian dengan kategori sangat praktis, yang menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan, menarik, serta membantu dalam proses pembelajaran. Keefektifan e-modul dianalisis melalui uji statistik yang menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Hasil uji independent sample t-test menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok, sedangkan nilai effect size berada pada kategori sedang hingga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis STEM memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap peningkatan literasi teknologi siswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta literasi

teknologi siswa. Pada tahap implementasi, e-modul terbukti dapat digunakan dengan baik dalam pembelajaran dan mampu meningkatkan keterlibatan siswa. Integrasi unsur STEM dalam e-modul membantu siswa mengaitkan konsep fisika dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Tahap evaluasi menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan. Dengan demikian, e-modul berbasis STEM dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar yang inovatif dalam pembelajaran fisika serta berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis STEM pada materi usaha dan energi yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan. Dari aspek kelayakan, e-modul dinyatakan sangat layak berdasarkan hasil validasi ahli materi, media, dan asesmen. Dari segi kepraktisan, e-modul memperoleh respons yang sangat positif dari pendidik dan siswa. Sementara itu, dari aspek keefektifan, hasil uji statistik menunjukkan adanya peningkatan literasi teknologi siswa yang signifikan pada kelas yang menggunakan e-modul berbasis STEM dibandingkan dengan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Nilai effect size yang berada pada kategori sedang hingga tinggi juga menunjukkan bahwa e-modul memberikan pengaruh yang cukup kuat terhadap peningkatan literasi teknologi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdull Ralfid Fakhrun Gani, & Sabani, S. (2024). Analisis kebutuhan penilaian berbasis literasi teknologi pada materi fluida. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 276–281.
- Afandi, A., Aviyanti, L., & Wati, E. (2025). The impact of STEM education on students' critical thinking skills: A systematic literature review. [Nama Jurnal], 46, 20–31.
- Astawan, I. G., Suarjana, I. M., Werang, B. R., Asalloe, S. I., Sianturi, M., Elele, E. C., & Ganesha. (2023). STEM-based scientific learning and its impact on students' critical and creative thinking skills: An empirical study. [Nama Jurnal], 12(3), 482–492.
- Faulziah, N., Oktariani, O., & Rahmawati, R. (2023). Pengembangan e-modul belajar dan pembelajaran bernuansa hasil riset kependidikan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 308–315.
- Govender, I. (2025). Digital literacy and STEM skills: What is the connection? A systematic review.
- Halawa, S., Lin, T. C., & Hsu, Y. S. (2024). Exploring instructional design in K–12 STEM education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00503-5>
- Hidayati Azkiya, M., Tamrin, A., Yuzal, A., & Madona, A. S. (2022). Pengembangan e-modul berbasis nilai-nilai pendidikan multikultural di sekolah dasar Islam. *Jurnal Pendidikan Agama Islam Al-Thariqah*, 7(2), 409–427.
- IMD. (2024). *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024*. Institute for Management Development.
- Kemendikbud. (2024). *Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi*.
- Khalid, I. L., Nor, M., Abdullah, S., & Fadzil, H. (2025). A systematic review: Digital learning in STEM education. [Nama Jurnal], 1(1), 98–115.
- Krisnanto, I., Kurniawan, E. S., & Maftukhin, A. (2021). *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 2(2), 76–81.
- Nuraini, R., Pattiasina, P. J., & Ulfah, A. (2022). Peran literasi teknologi dalam dunia pendidikan. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 6(3), 659.

- Sholeh, B., Hufad, A., & Fathurrohman, M. (2023). Pemanfaatan e-modul interaktif dalam pembelajaran mandiri sesuai kapasitas siswa. *Risalah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, 9(2), 665–672. https://doi.org/10.31943/jurnal_risalah.v9i2.458
- Sipayung, H. A. P., & Panggabean, D. D. (2024). *Jurnal Edu Talenta*, 3, 200–213.
- Syamsuddin, F. I., Wiyono, K., Patriot, E. A., & Kamari, A. (2025). Trends in technology literacy research in STEM education (2021–2025): A bibliometric analysis with VOSviewer. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 15(2), 66–71.