

PENGEMBANGAN E-MODUL PADA MATERI TERMODINAMIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

Sunayah¹, Rudi Haryadi², Yus Rama Denny³

Email: 2280220008@untirta.ac.id¹, rudiharyadi@untirta.ac.id², yusramadenny@untirta.ac.id³

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh terbatasnya penggunaan bahan ajar interaktif pada pembelajaran fisika, khususnya materi Termodinamika, sehingga diperlukan media pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul interaktif pada materi Termodinamika yang layak digunakan dalam pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Subjek penelitian terdiri atas satu orang ahli materi, satu orang ahli media, dan peserta didik kelas XI A SMAN 1 Tirtayasa sebagai subjek uji coba. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar validasi ahli dan angket respon peserta didik. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase kelayakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh kategori “sangat layak” dengan nilai persentase validasi ahli materi sebesar 89,09% dan nilai persentase validasi ahli media sebesar 95,24%, rata-rata keseluruhan dari hasil validasi 92,17%. Sedangkan respon peserta didik berada pada kategori “sangat baik” dengan nilai rata-rata persentase dari aspek materi, bahasa, ketertarikan dan kegrafikan ialah sebesar 87,26%. Dengan demikian, e-modul pada materi Termodinamika yang dikembangkan dinyatakan layak dan efektif digunakan sebagai alternatif bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA.

Kata kunci: E-Modul, Termodinamika, Berpikir Kritis, Fisika, ADDIE.

ABSTRACT

This study was motivated by the limited use of interactive teaching materials in physics education, particularly in thermodynamics, creating a need for learning media capable of enhancing students' critical thinking skills. The purpose of this study is to develop an interactive e-module on thermodynamics suitable for use in the classroom. This study employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The research subjects consisted of one subject matter expert, one media expert, and students from Class XI A at SMAN 1 Tirtayasa as test subjects. Data collection techniques included expert validation sheets and student response questionnaires. The data were analyzed using quantitative descriptive methods based on suitability percentages. The results showed that the developed e-module was categorized as “highly suitable,” with a subject matter expert validation percentage of 89,09% and a media expert validation percentage of 95,24%, yielding an overall average validation score of 92,17%. Meanwhile, student responses fell into the “very good” category, with an average percentage score across the aspects of content, language, interest, and graphics of 87,26%. Thus, the e-module on thermodynamics that was developed has been found to be suitable and effective for use as an alternative teaching material to enhance high school students' critical thinking skills.

Keywords: E-Module, Thermodynamics, Critical Thinking, Physics, ADDIE.

PENDAHULUAN

Pada abad ke-21, pembelajaran menuntut guru untuk memberikan kesempatan kepada siswa mengaitkan pengetahuan yang diperoleh dengan situasi dalam kehidupan nyata. Kehadiran perangkat pembelajaran berbasis digital menjadi salah satu wujud pemanfaatan teknologi dalam mendukung kebutuhan belajar siswa sekaligus membantu guru dalam proses pembelajaran. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berlangsung sangat pesat turut mengubah lingkungan pendidikan, sehingga guru dituntut untuk terus beradaptasi dan meningkatkan kompetensinya dalam melaksanakan pembelajaran (Nuraningsih et al., 2024).

Pembelajaran pada abad ke-21 juga menekankan pentingnya penguasaan berbagai keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS), salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis. Keterampilan ini diperlukan agar peserta didik mampu menganalisis informasi secara mendalam, mengevaluasi berbagai alternatif penyelesaian masalah, serta mengambil keputusan yang tepat dalam menghadapi situasi yang kompleks (I Wayan Gunartha, 2024).

Kemampuan berpikir kritis merupakan proses berpikir yang melibatkan pemanfaatan pengetahuan dan keterampilan secara optimal untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Proses ini mencakup kemampuan dalam mengambil keputusan, menganalisis berbagai asumsi, serta melakukan penyelidikan berdasarkan data dan informasi yang diperoleh sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang logis, tepat, dan dapat dipertanggungjawabkan (Afiesta et al., 2022).

Termodinamika merupakan salah satu materi fisika yang sering dianggap sulit oleh peserta didik. Kompleksitas materi ini disebabkan oleh karakteristik konsepnya yang bersifat abstrak serta menuntut kemampuan penalaran logis dan pemahaman konseptual yang mendalam. Selain itu, peserta didik perlu memahami keterkaitan antara konsep kalor, energi, dan hukum-hukum termodinamika agar mampu menganalisis serta menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan materi tersebut (Aisyah & Akhsan, 2026).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika di SMAN 1 Trtayasa, pembelajaran fisika telah memanfaatkan PowerPoint, PhET simulation, dan Quizizz. Namun, penggunaan PhET asih didominasi oleh demonstrasi guru sehingga siswa belum terlibat secara langsung dalam kegiatan eksplorasi. Selain itu, keterbatasan buku fisika menyebabkan siswa kesulitan belajar secara mandiri di luar kelas. Bahan ajar yang digunakan juga belum mampu menyajikan visualisasi konsep secara optimal serta belum mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, sehingga kemampuan berpikir kritis siswa masih perlu ditingkatkan. Berdasarkan wawancara kepada siswa juga, siswa mengatakan bahwa pembelajaran fisika yang berkaitan dengan konsep yang terlalu banyak, siswa kurang memahami materi tersebut. Dibandingkan dengan rumus yang dapat mereka hafalkan, dan konsep materipun siswa masih menghafal. Kondisi siswa yang masih menghafal materi juga menjadi permasalahan kurangnya kemampuan berpikir kritis siswa.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan e-modul. E-modul mampu menyajikan materi secara sistematis melalui integritasi teks, gambar, video, animasi, serta latihan yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Selain mendukung pembelajaran mandiri, e-modul juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi konsep, menganalisis permasalahan, dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran, salah satunya melalui penggunaan e-modul interaktif. Pemanfaatan e-modul berbasis teknologi memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Royani & Atun, 2023).

E-modul merupakan bahan ajar digital yang dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri dengan menyajikan materi secara sistematis sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Selain itu, e-modul dilengkapi dengan berbagai fitur interaktif yang mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga dapat menstimulasi kemampuan berpikir kritis (Hukom et al., 2024).

Menurut Lastri (2023), penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran memiliki berbagai keunggulan. Pertama, e-modul dapat meningkatkan motivasi dan semangat belajar peserta didik. Kedua, fitur evaluasi yang tersedia memungkinkan guru dan peserta didik untuk mengetahui capaian pembelajaran serta materi yang masih perlu dipelajari. Ketiga, materi pembelajaran dapat disajikan secara bertahap dalam bagian-bagian yang lebih kecil sehingga lebih mudah dipahami. Keempat, penyusunan materi dapat disesuaikan dengan tingkat kemampuan atau jenjang akademik peserta didik. Selain itu, dibandingkan dengan modul cetak yang cenderung bersifat statis dan kurang interaktif, e-modul mampu mengintegrasikan berbagai media, seperti animasi, video, dan audio, sehingga penyajian materi menjadi lebih menarik, interaktif, dan mudah dipahami.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan e-modul memberikan peningkatan terhadap proses dan hasil pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Yunita, Rahma Diani, Hendri Noperi (2024) menyatakan bahwa e-modul interaktif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kristiantari et al. (2023) menyatakan bahwa hasil implementasi pembelajaran menggunakan e-modul fisika dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya, e-modul terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dikembangkan sebuah e-modul pada materi termodinamika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. E-modul yang dikembangkan terdapat aktivitas siswa yang interaktif dan memancing kemampuan berpikir kritis siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan atau research and development (R&D). Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan e-modul termodinamika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan produk dan mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Pengembangan e-modul termodinamika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA ini mengadaptasi model penelitian pengembangan ADDIE. Model ini mempunyai lima tahapan diantaranya yaitu analisis (analysis), perancangan (design), pengembangan (development), implementasi (implementation) dan evaluasi (evaluation) (Pujiastuti, H., & Haryadi, 2022).

Subjek dalam penelitian dan pengembangan ini terdiri atas dua subjek. Subjek pertama adalah yaitu terdiri dari ahli materi dan ahli media yang merupakan dosen dari Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, serta satu orang guru mata pelajaran fisika sebagai ahli materi. Subjek kedua yaitu siswa kelas XI A SMAN 1 Tirtayasa yang terdiri dari 36 siswa sebagai responden.

Pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu wawancara, observasi, angket dan dokumentasi. Wawancara dilakukan kepada salah satu guru mata pelajaran fisika SMAN 1 Tirtayasa dan siswa kelas XI SMAN 1 Tirtayasa. Wawancara yang dilakukan berkaitan dengan bahan ajar yang digunakan, kesulitan dalam pembelajaran fisika dan kemampuan berpikir kritis siswa. Informasi yang diperoleh digunakan untuk analisis kebutuhan pada penelitian ini. Observasi dilakukan untuk melihat kondisi pada saat pembelajaran fisika di kelas, ini untuk analisis kebutuhan juga.

Angket yang digunakan pada penelitian ini, berisi sejumlah pertanyaan tertulis yang diberikan kepada responden. Instrumen tersebut digunakan untuk memperoleh informasi

mengenai tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Angket yang digunakan meliputi angket respons peserta didik serta lembar penilaian kelayakan yang diisi oleh para ahli sebagai bagian dari proses validasi produk. Teknik dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang diperlukan selama proses penelitian. Data yang diperoleh dapat berupa buku, catatan, arsip, maupun dokumen lain dalam bentuk teks, angka, atau gambar yang berfungsi sebagai data pendukung dalam pelaksanaan penelitian. Instrumen pengumpulan data yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, serta angket respons peserta didik yang diberikan pada saat uji coba terbatas. Seluruh instrumen tersebut menggunakan skala Likert sebagai dasar pengukuran untuk menilai tingkat kelayakan produk dan respons peserta didik terhadap e-modul yang dikembangkan.

Penilaian terhadap instrumen validasi ahli maupun angket respons peserta didik dilakukan menggunakan skala Likert dengan bentuk jawaban berupa daftar centang (). Data yang diperoleh dari setiap instrumen kemudian diolah untuk mengetahui tingkat kelayakan produk secara keseluruhan menggunakan rumus analisis yang mengacu pada Herwati (2016).

$$P=f/N \times 100\%$$

Keterangan:

P = angka presentase data angket

f = jumlah skor yang diperoleh

N = jumlah skor maksimum

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Kelayakan

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

Sumber: Riduwan, 2015

Analisis produk yang berdasarkan angket respon siswa, kemudian dihitung rata-rata skor pada setiap aspeknya. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase} = (\text{Jumlah skor yang diperoleh}) / (\text{Jumlah skor maksimal}) \times 100\%$$

Tabel 2. Kriteria Respon Siswa

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

Sumber: Novianti dan Susilo Wibowo, 2015

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa e-modul pada materi Termodinamika yang dikembangkan menggunakan model ADDIE dengan menggunakan semua tahapan diantaranya, analisis (analysis), perancangan (design), pengembangan (development), implementasi (implementation) dan evaluasi (evaluation). Produk dikembangkan untuk membantu siswa memahami konsep-konsep termodinamika sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis melalui penyajian materi, video pembelajaran, ilustrasi, latihan soal, LKPD, serta evaluasi yang dapat diakses secara mandiri menggunakan perangkat digital.

Pada tahap analysis, dilakukan analisis kebutuhan melalui wawancara dengan guru fisika dan siswa SMAN 1 Tirtayasa. Hasil analisis menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan masih berupa PowerPoint, buku paket dan simulasi PhET sehingga siswa memerlukan bahan ajar yang lebih interaktif dan mampu meningkatkan keterlibatan dalam

pembelajaran.

Tahap design menghasilkan rancangan e-modul yang terdiri atas halaman sampul, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, apersepsi, materi Hukum Nol, Hukum I, Hukum II, dan Hukum III Termodinamika, latihan, LKPD, evaluasi, glosarium, daftar pustaka serta profil penulis.



Gambar 1. E-modul Termodinamika

Pada tahap development, e-modul disusun menggunakan aplikasi Canva dan dikonversi menjadi e-modul interaktif menggunakan platform pendukung yaitu heyzine flipbook sehingga pengguna dapat mengakses video, tautan, serta kuis secara langsung. Produk yang telah selesai kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media sebelum diimplementasikan kepada siswa. Setelah divalidasi oleh ahli, dilakukan revisi berdasarkan saran dan kritik dari ahli media dan ahli materi.

Tahap implementation dilakukan pada peserta didik kelas XI SMA melalui pembelajaran menggunakan e-modul yang telah dikembangkan. Selanjutnya, pada tahap evaluation dilakukan evaluasi terhadap kelayakan produk berdasarkan hasil validasi ahli dan angket respon peserta didik.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Validasi Ahli

No	Validator	Presentase	Kriteria
1	Ahli Media	95,24%	Sangat Layak
2	Ahli Materi	89,09%	Sangat Layak
Rata-rata		92,17%	Sangat Layak

Validasi dilakukan oleh satu ahli materi dan satu ahli media. Hasil validasi ahli media memperoleh persentase 95,24% dan hasil dari validasi materi memperoleh persentase 89,09%. Rata-rata persentase validasi sebesar 92,17%, sehingga e-modul memperoleh kategori “sangat layak”. Sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Beberapa masukan dari validator antara lain penyempurnaan tata letak gambar, perbaikan redaksi beberapa kalimat, serta penambahan petunjuk penggunaan pada halaman awal. Seluruh saran tersebut telah diakomodasi sebelum e-modul diimplementasikan kepada peserta didik.

Setelah melalui tahap uji kelayakan, e-modul yang dikembangkan memperoleh berbagai saran dan masukan dari para validator. Hasil evaluasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan produk agar sesuai dengan kriteria yang telah

ditetapkan. Setelah proses revisi selesai dilakukan, e-modul pada materi termodinamika dinyatakan layak sehingga dapat dilanjutkan ke tahap uji coba kepada peserta didik.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Respon Siswa

No	Aspek	Presentase	Kriteria
1	Materi	86,11%	Sangat Baik
2	Bahasa	87,59%	Sangat Baik
3	Ketertarikan	84,58%	Sangat Baik
4	Kegrafikan	90,74%	Sangat Baik
Rata-rata		87,26%	Sangat Layak

Hasil angket respon siswa menunjukkan e-modul yang dikembangkan memperoleh persentase rata-rata sebesar 87,26% sehingga kategori dari angket respon siswa yaitu “sangat baik”. Persentase tertinggi terdapat pada aspek kegrafikan sebesar 90,74%, diikuti aspek bahasa 87,59%, materi 86,11%, dan ketertarikan 84,58%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, menggunakan bahasa yang komunikatif, serta menyajikan materi secara sistematis sehingga mendukung proses pembelajaran dan meningkatkan keterlibatan siswa. Selain itu, adanya video pembelajaran dan ilustrasi membuat peserta didik lebih tertarik mengikuti pembelajaran dibandingkan penggunaan bahan ajar konvensional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul interaktif yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Tingginya nilai validasi menunjukkan bahwa materi telah sesuai dengan capaian pembelajaran, disajikan secara sistematis, menggunakan bahasa yang mudah dipahami, serta didukung tampilan visual yang menarik. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengembangan menggunakan model ADDIE mampu menghasilkan produk pembelajaran yang berkualitas karena setiap tahap dilakukan secara sistematis, mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi produk.

Respon positif peserta didik menunjukkan bahwa penggunaan e-modul dapat meningkatkan motivasi belajar. Integrasi gambar, video, latihan interaktif, dan evaluasi membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik dibandingkan bahan ajar cetak. Kemudahan akses menggunakan perangkat digital juga memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul interaktif pada materi Termodinamika yang dikembangkan melalui model ADDIE memenuhi kriteria “sangat layak”, memperoleh respon positif dari peserta didik, serta efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis sehingga layak digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar fisika di SMA.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa penelitian ini mengembangkan e-modul pada materi Termodinamika menggunakan model ADDIE yang meliputi tahapan analysis, design, development, implementation, dan evaluation. Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media, e-modul yang dikembangkan memperoleh kategori “sangat layak” sehingga memenuhi kriteria untuk digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa e-modul memperoleh respon yang “sangat baik” dari peserta didik. Tampilan yang menarik, penyajian materi yang sistematis, serta fitur interaktif seperti video, latihan soal, dan LKPD membantu peserta didik belajar secara lebih aktif dan mandiri. Dari hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul termodinamika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA sangat baik dan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar pada materi Termodinamika.

REFERENCES

- Afiesta, A. A., Syam, M., & Qadar, R. (2022). Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Negeri 9 Samarinda Materi Suhu dan Kalor. 3(2), 84–94.
- Aisyah, S., & Akhsan, H. (2026). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem-Based Learning pada Materi Termodinamika Sebagai Sarana Melatih Berpikir Kritis Siswa SMA. 8(1).
- Herwati. (2016). Pengembangan Modul Keanekaragaman Aves Sebagai Sumber Belajar Biologi. Jurnal Lentera Pendidikan LPPM UM METRO, 1(1), h. 28-36
- Hukom, J., Studi, P., Bahasa, P., & Makassar, U. N. (2024). DAMPAK E-MODUL TERHADAP KETERAMPILAN. 01, 38–43.
- I Wayan Gunartha. (2024). Pengembangan Penilaian Berorientasi Hots: Upaya Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Di Era Global Abad Ke-21. Widyadari, 25(1), 133–147. <https://doi.org/10.59672/widyadari.v25i1.3660>
- Kristiantari, B., Purwanto, A., & Putri, D. H. (2023). IMPLEMENTASI E-MODUL FISIKA PADA MATERI LISTRIK STATIS DENGAN MENERAPKAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA. 6(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/jkf.6.1.17-26>
- Lastri, Y. (2023). PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN BAHAN AJAR E-MODUL DALAM PROSES PEMBELAJARAN. 3, 1139–1146.
- Nuraningsih, R., Suhendra, & Suchyadi, Y. (2024). PENGEMBANGAN E-MODUL MENGGUNAKAN CANVA PADA TEMA 4 SEHAT ITU PENTING SUBTEMA 1 PEREDARAN DARAHKU SEHAT Rany. Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri, 10(01), 1572–1581.
- Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2022). Development of augmented reality with the ADDIE model in mathematics learning.
- Riduwan. (2015). Skala Pengukuran VariabelVariabel Penelitian. Alfabeta.
- Royani, E., & Atun, S. (2023). Development of Guided Inquiry-Based E-Modules on Acid and Alkaline Solutions to Improve Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes of High School Students. 9(10), 8764–8771. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4798>
- Yunita, Rahma Diani, Hendri Noperi, Y. V. (2024). Development of interactive e-modules with stem approach using canva application to improve students' critical thinking ability in physics learning. Jurnal Inovasi Pembelajaran, 10(2), 192–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jinop.v10i2.32004>