

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA
MATERI KALOR DAN TERMODINAMIKA UNTUK
MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

SKRIPSI

Oleh

Annisa Bestari

NIM: 06111282126041

Program Studi Pendidikan Fisika



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENGETAHUAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA
MATERI KALOR DAN TERMODINAMIKA UNTUK
MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

SKRIPSI

oleh

Annisa Bestari

NIM : 06111282126041

Program Studi Pendidikan Fisika

Mengesahkan :

Koordinator Prodi Pendidikan Fisika



Saparini, S.Pd., M.Pd.

NIP. 198610052015042002

Pembimbing



Dr. Leni Marlina, S.Pd., M.Si.

NIP. 197708052001122001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**



Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197905222005011005

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Bestari

NIM : 06111282126041

Program Studi : Pendidikan Fisika

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul **"Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Pada Materi Kalor dan Termodinamika Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa"** ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karyaini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Februari 2025
Yang membuat pernyataan



Annisa Bestari
NIM. 06111282126041

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Keberhasilan bukanlah kebetulan. Ini adalah kerja keras, ketekunan, belajar, pengorbanan, dan yang terpenting, cinta terhadap apa yang Anda lakukan.” – *Pelé*

“Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.”
(*QS. Ali Imran: 139*)

"Lakukan yang terbaik, serahkan hasilnya pada Allah."

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya,
2. Keluarga besar saya,
3. Seluruh dosen dan pegawai prodi Pendidikan Fisika FKIP Unsri,
4. Almamater kampus kebanggaan saya
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Kalor dan Termodinamika untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa" ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) di Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan kekuatan yang diberikan selama proses penelitian ini. Penulis sangat yakin dengan semua perjalanan yang di lalui karena Rahman dan Rahim -Nya sehingga penulis dapat melewati semuanya.
2. Ibu Dr. Leni marlina selaku dosen pembimbing yang membantu penulis dalam penulisan skripsi. Bapak Dr. Kistiono, M.T. selaku dosen reviewer seminar proposal, seminar hasil, dan penguji ujian akhir sidang skripsi.
3. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung, mendoakan setiap Langkah yang diambil. Terimakasih banyak untuk Alm. Mursadi yang telah memberikan rasa aman dan nyaman selama penulis melaksanakan perkuliahan dengan impian melihat penulis mendapatkan gelar sarjana. Terimakasih kepada ibu Verawati yang telah mengajarkan banyak hal kepada penulis, mendoakan setiap Langkah, dan selalu mendukung semua kegiatan yang penulis lakukan. Tanpa dukungan dan pengorbanan kedua orang tua, sangat kecil kemungkinan penulis dapat tetap berdiri di posisi ini.

4. Keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, karena telah mendukung dan selalu memberikan arahan penulis dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi
5. Teman teman seperjuangan serba-serbi dan se-PA ira, ratna, abel, tika, alya, ade, ph, ama, dan uci. Terimakasih sudah selalu menemani setiap langkah berjuang bersama dalam menyelesaikan skripsi, dan selalu memberikan tawa, semangat dan kenangan.
6. Angky Ternando, yang telah menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi mulai dari perancangan judul sampai tahap pemberkasan saat ini. Menjadi tempat bercerita, meminta masukan, dan memberikan semangat dalam keadaan apapun.
7. Kepada diri sendiri yang telah mampu melewati perjalanan untuk meraih gelar yang di impikan. Terimakasih telah memilih untuk tetap hidup dan menyelesaikan apa yang telah dimulai. Setiap perlajanan yang tidak mudah, penuh dengan tekanan, rasa sakit hati yang didapatkan menjadi pelajaran yang sangat berharga sebagai pupuk untuk lebih baik kedepannya.

Penulis sepenuhnya menyadari, bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu pengetahuan penulis, oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan. Semoga skripsi yang penulis susun ini dapat bermanfaat untuk kedepannya.

Indralaya, 12 Maret 2025

Yang membuat pernyataan,



Annisa Bestari

NIM. 06111282126041

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.1. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Bahan Ajar.....	7
2.1.1 Pengertian Bahan Ajar.....	7
2.1.2 Jenis-jenis Bahan Ajar.....	7
2.1.3 Bahan Ajar Elektronik.....	8
2.2 E-Modul.....	9
2.2.1 Pengertian Modul.....	9
2.2.2 Karakteristik Modul.....	9
2.2.3 Komponen E-Modul.....	10
2.3 STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics).....	12
2.4 Berpikir Kritis.....	13
2.5 Kalor dan Termodinamika.....	14
2.6 Penelitian Pengembangan.....	15
2.7.1 Model pengembangan <i>Rowntree</i>	15
2.7.2 Evaluasi Formatif <i>Tessmer</i>	16
2.7 Kriteria Keberhasilan Pengembangan Bahan Ajar.....	17
2.8 Penelitian Relevan.....	18
BAB III	21
METODE PENELITIAN	21

3.1	Metode Penelitian.....	21
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.3	Subjek Penelitian.....	22
3.4	Prosedur Pengembangan	22
3.4.1	Tahap Perencanaan.....	22
3.4.2	Tahap Pengembangan.....	22
3.4.3	Tahap Evaluasi	22
3.4.4	Tahap Pengumpulan Data	25
3.4.5	Teknik Analisis Data	28
BAB IV		31
HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil Penelitian	31
4.1.1	Deskripsi Hasil Tahap Perencanaan	31
4.1.2	Deskripsi Hasil tahap Pengembangan.....	35
4.1.3	Deskripsi Hasil Tahap Evaluasi.....	40
4.2	Pembahasan.....	49
4.2.1.	Tahap Perencanaan.....	49
4.2.2.	Tahap Pengembangan.....	51
4.2.3.	Tahap Evaluasi	52
BAB V.....		56
KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1.	Kesimpulan	56
5.2.	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Pengembangan Rowntree	16
Gambar 2. 2 Alur Evaluasi Tessmer	17
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir	20
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Pengembangan.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Analisis STEM.....	14
Tabel 3. 1 Kisi-Kisi Validasi Materi	25
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Validasi Bahasa	25
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Validasi Desain.....	26
Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Validasi Berpikir Kritis	26
Tabel 3. 5 Kisi-kisi Instrumen Tanggapan Peserta Didik	27
Tabel 3. 6 Nilai Validasi Data.....	28
Tabel 3. 7 Pengkategorian Kevalidan E-Modul.....	29
Tabel 3. 8 Kategori Nilai Angket.....	30
Tabel 3. 9 Kategori Hasil Evaluasi One To One dan Small Group	30
Tabel 4. 1 Hasil Wawancara Guru	33
Tabel 4. 2 Perumusan Tujuan Pembelajaran.....	34
Tabel 4. 3 Garis Besar Isi E-Modul	35
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Aspek Isi	41
Tabel 4. 5 Hasil Validasi Aspek Bahasa.....	42
Tabel 4. 6 Hasil Validasi Aspek Desain	42
Tabel 4. 7 Hasil Validasi Aspek Keterampilan Berpikir Kritis.....	42
Tabel 4. 8 Saran Dan Komentar Validator Pada Tahan Expert Review.....	43
Tabel 4. 9 Penilaian Angket Tanggapan Peserta didik One-to-One Evaluation ...	45
Tabel 4. 10 Saran atau Komentar Peserta Didik Tahap One-to-One Evaluation..	46
Tabel 4. 11 Penilaian Angket Tanggapan Peserta didik Small Group Evaluation	47
Tabel 4. 12 Saran Dan Komentar Peserta Didik One-To-One Evaluation	48

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. 1 Kisi-Kisi Instrumen Validasi	62
LAMPIRAN A. 2 Kisi-Kisi Angket Respon Siswa	67
LAMPIRAN A. 3 Kisi-Kisi Soal Keterampilan Berpikir Kritis	68
LAMPIRAN B. 1 Usul Judul Skripsi.....	89
LAMPIRAN B. 2 Persetujuan Seminar Proposal	90
LAMPIRAN B. 3 Bukti telah Seminar Proposal Penelitian	91
LAMPIRAN B. 4 Bukti Perbaikan Proposal Penelitian	92
LAMPIRAN B. 5 Surat Keterangan Pembimbing.....	93
LAMPIRAN B. 6 Permohonan Validator	95
LAMPIRAN B. 7 Surat Tugas Validator	97
LAMPIRAN B. 8 Surat Permohonan Izin Penelitian	98
LAMPIRAN B. 9 Surat Izin Penelitian Dekanat	100
LAMPIRAN B. 10 Surat Keterangan Izin Penelitian dari sekolah.....	101
LAMPIRAN B. 11 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian di Sekolah	102
LAMPIRAN B. 12 Persetujuan Seminar Hasil.....	103
LAMPIRAN B. 13 Bukti perbaikan Makalah Hasil Penelitian	104
LAMPIRAN B. 14 Kartu Bimbingan Skripsi	105
LAMPIRAN B. 15 Bukti Lulus SULIET/USEPT	108
LAMPIRAN B. 16 Surat Keterangan Pengecekan Similarity	109
LAMPIRAN B. 17 Surat Bebas Plagiat.....	110
LAMPIRAN B. 18 Notulensi Ujian Skripsi	111
LAMPIRAN B. 19 Bukti Perbaikan Skripsi	113
LAMPIRAN C 1 Dokumentasi Penelitian.....	115

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Modul berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada materi kalor dan termodinamika guna melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Rowntree yang terdiri dari tiga tahap utama, yaitu perencanaan, pengembangan, dan evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan prosedur formatif Tessmer hingga tahap small group evaluation. Hasil validasi oleh ahli menunjukkan bahwa E-Modul yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi pada aspek isi (100%), aspek bahasa (78%), aspek desain (85%), dan aspek keterampilan berpikir kritis (100%). Uji coba kepraktisan melalui one-to-one evaluation dan small group evaluation menunjukkan bahwa E-Modul ini sangat praktis digunakan dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, pengembangan E-Modul berbasis STEM ini layak digunakan sebagai bahan ajar dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kalor dan termodinamika serta melatih keterampilan berpikir kritis mereka.

Kata Kunci: E-Modul, STEM, kalor dan termodinamika, berpikir kritis.

ABSTRACT

This research aims to develop a STEM-based (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) E-Module on heat and thermodynamics to enhance students' critical thinking skills. The research method used is Research and Development (R&D) with the Rowntree development model, which consists of three main stages: planning, development, and evaluation. The evaluation was conducted using Tessmer's formative evaluation procedure up to the small group evaluation stage. Expert validation results indicate that the developed E-Module has a very high level of validity in terms of content (100%), language (78%), design (85%), and critical thinking skills (100%). Practicality tests through one-to-one evaluation and small group evaluation showed that this E-Module is highly practical for use in physics learning. Thus, the development of this STEM-based E-Module is feasible as a teaching material to improve students' understanding of heat and thermodynamics while fostering their critical thinking skills.

Keywords: *E-Module, STEM, Heat and Thermodynamics, Critical Thinking.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pendidikan di era globalisasi memiliki dampak signifikan terhadap pembentukan generasi bangsa dalam menghadapi tantangan zaman (Rofiah et al., 2018). Kemajuan zaman yang didukung oleh Ilmu Pengetahuan dan Teknologi berperan besar dalam meningkatkan kualitas pendidikan serta pengembangan sumber daya manusia (Irwandani et al., 2017). Teknologi memberikan berbagai manfaat, seperti memperluas pengetahuan, memfasilitasi transfer informasi, dan berbagi pengalaman dengan orang lain. Hal ini menunjukkan bahwa pendidik dapat memanfaatkan teknologi sebagai alat bantu untuk mencapai tujuan pembelajaran peserta didik (Rante et al., 2013).

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran fisika yang selaras dengan era industri 4.0 dapat meningkatkan efektivitas serta pemahaman peserta didik. Saat ini, perkembangan teknologi telah memengaruhi peserta didik, sehingga penggunaannya dalam proses belajar mengajar menjadi kebutuhan bagi pendidik dan peserta didik sebagai penunjang pembelajaran (TS & Permana, 2016). Dalam pembelajaran, salah satu komponen utama adalah ketersediaan bahan ajar yang digunakan oleh peserta didik. Bahan ajar sebaiknya dirancang dengan bentuk, isi materi, dan metode penyampaian yang menarik agar dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar (Haryanti & Saputro, 2016). Salah satu hasil pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran adalah bahan ajar elektronik, seperti E-Modul, yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja tanpa memerlukan pendampingan langsung dari guru.

E-Modul adalah bahan ajar yang dirancang untuk digunakan secara mandiri dengan penyajian yang terstruktur secara sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu dalam format elektronik. E-Modul ini disajikan dalam bentuk digital yang mencakup teks, gambar, video, dan animasi, terutama dalam pembelajaran fisika (Wiyono et al., 2019). Modul digital

memiliki kemampuan untuk menyajikan materi melalui media pembelajaran interaktif. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di era modern adalah dengan menyusun E-Modul yang sesuai dengan perkembangan dunia pendidikan. E-Modul ini dapat dipadukan dengan berbagai model, metode, dan pendekatan pembelajaran, salah satunya adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pendekatan STEM menggabungkan berbagai disiplin ilmu seperti sains, teknologi, teknik, dan matematika yang meskipun terpisah, tetap saling berhubungan. Pembelajaran berbasis STEM memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam menciptakan desain yang menjadi solusi untuk suatu masalah (Anikarnisia & Wilujeng, 2020)

Pendekatan STEM memiliki beberapa karakteristik utama, seperti berbasis teknologi, berbasis kinerja (performance-based), berbasis inkuiri, serta berbasis masalah atau problem-based learning. Selain itu, STEM juga berhubungan erat dengan kehidupan nyata (L. Y. Susanti, 2018). Dalam pendidikan modern, STEM memainkan peran penting bagi negara untuk tetap bersaing dalam ekonomi global. Penerapan pendidikan STEM dapat melatih proses berpikir ilmiah siswa dalam menyelesaikan masalah serta mendukung perkembangan mereka di masa depan (Kiswanda et al., 2021) . Melalui pendekatan ini, siswa akan terbiasa berpikir kritis, kreatif, serta disiplin.

Pengembangan E-Modul berbasis STEM diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami konsep fisika dengan lebih mudah, sekaligus meningkatkan kreativitas dan hasil belajar mereka. Selain itu, pembelajaran ini juga berkontribusi dalam membentuk karakter positif peserta didik, seperti integritas, disiplin, ketekunan, tanggung jawab, kepedulian terhadap lingkungan, serta kemampuan berpikir kritis (Anikarnisia & Wilujeng, 2020).

STEM adalah pendekatan pembelajaran yang memajukan keterampilan dan mempersiapkan sumber daya manusia yang memenuhi persyaratan keterampilan abada ke-21. Adapun desain pembelajaran abad 21 yang meliputi, 1) keterampilan berpikir kritis, 2) keterampilan berpikir kreatif dan inovatif, 3) keterampilan komunikasi, dan 4) keterampilan berkolaborasi

(Assembly, 1900). Keterampilan berpikir kritis merupakan cara berpikir tentang subjek, konten, atau masalah yang membuktikan kualitasnya berpikir dan terampil dalam mengambil kesimpulan berdasarkan masalah. Keterampilan berpikir kritis merupakan aspek penting dalam pembelajaran dan harus dikembangkan dalam menghadapi tantangan abad 21 (Marlina* et al., 2022). Keterampilan tersebut meliputi keterampilan dalam mengakses, menganalisis, dan mensintesis data (Marlina* et al., 2022). Contohnya pada materi fisika. Fisika merupakan bagian dari ilmu pengetahuan yang lahir dan tumbuh melalui proses ilmiah, proses tersebut meliputi observasi, perumusan masalah, perumusan hipotesis, pengujian hipotesis melalui percobaan, penarikan kesimpulan dan penemuan teori dan konsep (Alyusfitri et al., 2023). Tujuan pembelajaran fisika di tingkat SMA adalah membekali siswa dengan pemahaman terhadap konsep dan prinsip fisika, serta melatih keterampilan dalam mengembangkan pengetahuan dan membangun rasa percaya diri. Hal ini bertujuan agar mereka siap melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Penyusunan perangkat pembelajaran yang tengah berlangsung di era abad ke-21 ini, menuntut agar para peserta didik mempertajam dan mengasah kemampuan mereka dalam ranah berpikir kritis, kemampuan bercreta, serta keterampilan berkomunikasi yang mendalam, semuanya diupayakan seiring dengan perjalanan kurikulum yang tengah berproses. Materi pembelajaran fisika sering dianggap sebagai tantangan tersendiri bagi peserta didik, dengan banyaknya siswa yang menghindari atau melewatkan kegiatan pembelajaran. Namun, terbukti bahwa budaya yang berkembang di masyarakat dapat menjadi sarana yang efektif untuk mengajarkan konsep-konsep fisika, sehingga siswa dapat memahami dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran fisika mengajarkan tentang alam sekitar kita, dan sangat relevan dengan kegiatan sehari-hari.

Penelitian sebelumnya terkait pengembangan E-Modul berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis telah dilakukan oleh

(Sholikhah & Arif, 2024), yang mengembangkan modul berbasis STEM 3D yang valid dan layak untuk diterapkan secara efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan tingkat pencapaian sedang. (Simbolon et al., 2023) juga melakukan pengembangan E-Modul berbasis STEM pada materi suhu dan perubahannya untuk siswa kelas VII SMP, dengan hasil yang layak. (Arnita et al., 2021) mengembangkan E-Modul berbasis STEM pada materi fluida statis dan fluida dinamis dengan hasil yang valid dan praktis. Penelitian sebelumnya lainnya oleh (Nikita et al., 2018) menunjukkan hasil dengan nilai validitas rata-rata 4,11, N-Gain sebesar 0,81 dengan kategori tinggi, serta persentase tanggapan siswa rata-rata 91,81% yang sangat positif.

Peneliti telah melakukan observasi dan analisis kebutuhan dalam pembuatan E-Modul pada siswa di MAN 3 Palembang. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan siswa terhadap pengembangan e-modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika menunjukkan bahwa 79% peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari materi kalor dan termodinamika. Sebanyak 53,5% siswa berpendapat bahwa mereka kesulitan dalam memahami materi karena media pembelajaran yang digunakan belum interaktif sehingga pembelajaran menjadi membosankan dan tidak menarik bagi peserta didik. Berdasarkan hasil angket siswa sebanyak 53,3% sangat setuju jika mereka memerlukan bahan ajar berbentuk digital berupa e-modul dan sebanyak 36,7% mereka setuju bahwa mereka memerlukan bahan ajar secara digital. Dalam bahan ajar disarankan terdapat video, gambar, komponen-komponen yang menarik dan interaktif sehingga siswa dapat merasa senang ketika belajar fisika. Sebanyak 63,3% peserta didik sangat setuju dan 23,3% setuju bahwa peneliti mengembangkan digital modul berbasis STEM pada materi kalor dan Termodinamika untuk pembelajaran fisika pada materi kalor dan termodinamika. Dan hasil dari observasi yang telah dilaksanakan di MAN 3 Palembang bahwa pembelajaran dikelas dilaksanakan dengan kelas digital.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, peneliti bermaksud melakukan penelitian mengenai **“Pengembangan E-Modul Berbasis STEM**

Pada Materi Kalor dan Termodinamika Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan E-Modul Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang praktis?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan E-Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang valid
2. Menghasilkan E-Modul Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang praktis

1.1. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak diantaranya:

1. Bagi Peneliti

Dapat menambah pengetahuan bagi peneliti bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang valid dan praktis.

2. Bagi Sekolah

Sekolah dapat memanfaatkan E-Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang valid dan praktis untuk membantu meningkatkan kualitas pembelajaran

3. Bagi Guru

Guru dapat menggunakan produk pengembangan E-Modul berbasis STEM pada materi kalor dan termodinamika sebagai bahan ajar saat melakukan pembelajaran fisika.

4. Bagi Peserta Didik

Peserta didik dapat mengakses bahan ajar berupa E-Modul berbasis STEM yang dirancang pada materi kalor dan termodinamika, yang diharapkan dapat mempermudah pemahaman mereka terhadap materi pokok tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. M. P. (2017). Instrumen perangkat pembelajaran. *PT remaja rosdakarya*.
- Almuharomah, F. A., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2019). Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal “Beduk” untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i1.5630>
- Alyusfitri, R., Sari, S. G., Jusar, I. R., & Pratiwi, N. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Multimedia Interaktif Dengan Pendekatan Kontekstual Teaching and Learning Untuk Siswa Sekolah Dasar Pada Materi Bangun Ruang. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 302–312. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1750>
- AMINUDIN, C. R. (2022). *TINGKAT MOTIVASI BELAJAR SISWA KELAS XI DI MA AL HAMIDAH PADA MASA PANDEMI*. 1–23.
- Anikarnisia, N. M., & Wilujeng, I. (2020). Need assessment of STEM education based based on local wisdom in junior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012092>
- Ariana, D., Situmorang, R. P., & Krave, A. S. (2020). Pengembangan Modul Berbasis Discovery Learning Pada Materi Jaringan Tumbuhan Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas Xi Ipa Sma. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 11(1), 34. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v11i1.31381>
- Arnita, R., Purwaningsih, S., & Nehru, N. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) pada Materi FLuida Statis dan FLuida Dinamis Menggunakan Software Kvisoft Flipbook Maker. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 5(1), 551–556. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i1.1216>
- Assembly, G. (1900). No Title66, עלון הנוטע, תמונת מצב. ענף הקייוי: תמונת מצב. 39–37.
- Devi, B. S., & Subali, B. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Fisika Berbasis STEM untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar Siswa. *Unnes Physics Education Journal*, 10(2), 156–165.
- Haryanti, F., & Saputro, B. A. (2016). Pengembangan Modul Matematika Berbasis Discovery Learning Berbantuan Flipbook Maker Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Segitiga. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 147–161. <https://doi.org/10.22236/kalamatika.vol1no2.2016pp147-161>
- Herawati, N. I. (2022). *Pengembangan E-Modul Berbasis Double Loop Problem Solving Pada Materi Termodinamika Kelas XI*. 1–85.
- Imansari, N., & Sunaryantiningih, I. (2017). Pengaruh Penggunaan E-Modul

- Interaktif Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Materi Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *VOLT : Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.30870/volt.v2i1.1478>
- Irwandani, I., Latifah, S., Asyhari, A., Muzannur, M., & Widayanti, W. (2017). Modul Digital Interaktif Berbasis Articulate Studio'13: Pengembangan pada Materi Gerak Melingkar Kelas X. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(2), 221–231. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v6i2.1862>
- Kiswanda, V., Aswirna, P., & Nurhasnah. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Stem Dengan Prinsip Pembangunan Berkelanjutan Terhadap Literasi Sains Siswa Kelas Xi. *Journal Cerdas Mahasiswa*, 62–75.
- Marlina*, L., Paramitha, G. P., & Sriyanti, I. (2022). Development of Electronic Modules Based on Critical Thinking Skills on Vibration, Waves, and Sound Materials for Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2), 342–354. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23844>
- Meliana, F., Herlina, S., Suripah, S., & Dahlia, A. (2022). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Matematika Berbantuan Flip Pdf Professional pada Materi Peluang Kelas VIII SMP. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 6(1), 43–60. <https://doi.org/10.35706/sjme.v6i1.5712>
- Nikita, P. M., Leksmono, A. D., & Hariyanto, A. (2018). Pengembangan E-Modul Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma Kelas Xi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 175–180.
- Nugraha, A. A. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Stem Pada Materi Pemanasan Global Untuk Peserta Didik Kelas X Sma Skripsi. *Skripsi*.
- Nugraha, M. G., Kaniawati, I., Rusdiana, D., & Kirana, K. H. (2016). Combination of inquiry learning model and computer simulation to improve mastery concept and the correlation with critical thinking skills (CTS). *AIP Conference Proceedings*, 1708. <https://doi.org/10.1063/1.4941181>
- Nurzaelani, M. M., Kasman, R., & Achyanadia, S. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Integrasi Nasional Berbasis Mobile. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 20(3), 264–279. <https://doi.org/10.21009/jtp.v20i3.8685>
- Pratiwi*, B., Copriady, J., & Anwar, L. (2021). Implementation of Phenomenon-based Learning E-Module to Improve Critical Thinking Skills in Thermochemistry Material. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(4), 579–589. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i4.21114>
- Pratiwi, S., Wiyono, K., & Kritis, K. B. (2020). *PENGEMBANGAN E-LEARNING MATERI HUKUM NEWTON*.
- Qotrunnada, F., & Susilowibowo, J. (n.d.). *Pengembangan Bahan Ajar E-Book Akuntansi Keuangan Kelas XII SMK pada Materi Aset Tetap Berwujud Berbasis Pendekatan Saintifik*. 34–46.
- Rante, P., Sudarto, & Ihsan, N. (2013). Pengembangan multimedia pembelajaran

- fisika berbasis audio-video eksperimen listrik dinamis di smp. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(2), 203–208.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v2i2.2724>
- Rizki, S. K., Oka, A. A., & Asih, T. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi Nilai-Nilai Karakter Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Kelas XI SMA Negeri 5 Metro. *Bioedukasi : Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro*, 11(1), 33–42.
- Rochmad. (2012). Desain Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika. *Jurnal Kreano*, 3(1), 59–72.
- Rofiah, E., Aminah, N. S., & Sunarno, W. (2018). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN IPA BERBASIS HIGH ORDER THINKING SKILL (HOTS) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VIII SMP/MTs. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(2), 285. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i2.22992>
- Saputra, B. E., Pathoni, H., & Kurniawan, D. A. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Multirepresentasi Pada Materi Gerak Lurus. *EduFisika*, 5(01), 39–44. <https://doi.org/10.22437/edufisika.v5i01.8843>
- Saraswati, R. R., Makmuri, & Salsabila, E. (2021). Pengembangan LKPD Digital Berbasis HOTS Pada Materi Dimensi Tiga. *Risenologi*, 6(2), 17–25. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2021.62.183>
- Sholikhah, A. N. Y., & Arif, S. (2024). Pengembangan Modul Berbasis STEM 3D untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 04(01), 127–140.
<https://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii/article/view/3074>
- Simbolon, J., Sakti, I., Wardana, R. W., & ... (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Stem Pada Materi Suhu Dan Perubahannya Untuk Siswa Kelas Vii Smp. *DIKSAINS: Jurnal ...*, 3.
<https://ejournal.unib.ac.id/diksains/article/view/24553>
<https://ejournal.unib.ac.id/diksains/article/download/24553/12691>
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E., & Johan, H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik Di Sma. *Jurnal Kumparan Fisika*, 2(3), 145–152.
<https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152>
- Sugiyono. (2013). Sugiyono, Metode Penelitian. In *Uji Validitas* (pp. 34–45).
- Sundari, P. D., & Sarkity, D. (2021). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Suhu dan Kalor dalam Pembelajaran Fisika. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 149. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v4i2.11445>
- Susanti, L. Y. (2018). Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Untuk Meningkatkan

- Hasil Belajar Siswa Sma/ Smk Pada Materi Reaksi Redoks. *Jurnal Pendidikan Sains (Jps)*, 6(2), 32. <https://doi.org/10.26714/jps.6.2.2018.32-40>
- Susanti, R. D., & Ummah, S. K. (2021). Pengembangan bahan ajar open-ended melalui polysynchronous learning berbantuan canvas. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 7(2), 115–128. <https://doi.org/10.22219/jinop.v7i2.15043>
- 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 (JLPF)*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v2i1.438>
- TS, S. S., & Permana, A. H. (2016). Desain Handout Multimedia Menggunakan 3D Pageflip Professional untuk Media Pembelajaran pada Sistem Android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(1), 89–96. <https://doi.org/10.21009/1.02113>
- Wiyono, K., Ismet, I., Noprianti, N., Permawati, H., Saparini, S., & Zakiyah, S. (2019). Interactive multimedia using multiple-intelligences-based in the lesson of thermodynamics for high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1166(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1166/1/012014>
- Yulaika, N. F., Harti, H., & Sakti, N. C. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Flip Book Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *JPEKA: Jurnal Pendidikan Ekonomi, Manajemen Dan Keuangan*, 4(1), 67–76. <https://doi.org/10.26740/jpeka.v4n1.p67-76>
- Yulya, T. (2023). PENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS ETNO-STEM PADA MATERI GELOMBANG BUNYI. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.
- Zubaidah, S. (2018). Mengenal 4C : Learning and Innovation Skills untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0 1. *2nd Science Education National Conference, October 2018*, 1–18.