

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM MATERI
FLUIDA PADA KONTEKS AIR TERJUN BEDEGUNG UNTUK
MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
SMA**

SKRIPSI

Oleh

Rahma Putria Anjani

NIM: 06111282126026

Program Studi Pendidikan Fisika



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM MATERI
FLUIDA PADA KONTEKS AIR TERJUN BEDEGUNG UNTUK
MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
SMA**

SKRIPSI

Oleh

Rahma Putria Anjani

NIM: 06111282126026

Program Studi Pendidikan Fisika



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM MATERI FLUIDA
PADA KONTEKS AIR TERJUN BEDEGUNG UNTUK MELATIHKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

SKRIPSI

Rahma Putria Anjani

NIM : 06111282126026

Program Studi : Pendidikan Fisika

Mengesahkan :

**Koordinator Program Studi
Pendidikan Fisika**



**Saparini, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198610052015042002**

Pembimbing



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

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**



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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahma Putria Anjani

NIM : 06111282126026

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Materi Fluida pada Konteks Air Terjun Bedegung untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA” ini adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku 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 karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang berjudul *Pengembangan E-Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM pada Konteks Kearifan Lokal Sumatera Selatan untuk Melatihkan Keterampilan Abad-21* dengan ketua Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd dan didanai oleh Hibah Kompetitif FKIP Universitas Sriwijaya tahun 2024.

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

Indralaya, 12 Desember 2024

Yang membuat pernyataan



Rahma Putria Anjani

NIM. 06111282126026

PRAKATA

Skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Materi Fluida pada Konteks Air Terjun Bedegung untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, dengan selesainya penulisan skripsi ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Hartono, M.A. sebagai Dekan FKIP Unsri, Bapak Dr. Ismet, S.Pd., M.Si sebagai Dekan Bidang Akademik, Bapak Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd sebagai Ketua Jurusan MIPA, Ibu Saparini, S.Pd., M.Pd sebagai Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga kepada Bapak Dr. Ismet, S.Pd., M.Si sebagai penguji yang telah memberikan saran untuk perbaikan pada skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen di Program Studi Pendidikan Fisika yaitu Ibu Melly Ariska., S.Pd., M.Sc, Ibu Evelina Astra Patriot, S.Pd., M.Pd dan Bapak Ahmad Fitra Ritonga, S.Pd., M.Si sebagai validator e-modul yang penulis kembangkan.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Mbak Nadia dan Mbak Cika sebagai admin Program Studi Pendidikan Fisika, Kak Farid sebagai laboran, Bapak Dr. Hamdi Akhsan, M.Si sebagai Ketua Laboratorium Pendidikan Fisika yang telah membantu penulis dalam administrasi dan peminjaman alat. Penulis juga mengucapkan terimakasih banyak kepada kedua orang tua yang disayangi yaitu Alm. Bapak Najamudin dan Ibu Yusmawati yang sudah memberikan dukungan, kepercayaan, doa, dan cintanya kepada penulis. Terimakasih juga kepada saudara/i

penulis yaitu Kakak Rizky Febrian Pratama, Ayuk Feppy Indah Pratiwi, dan Adik Alfido Akbar yang selalu memberikan semangat dan memotivasi penulis agar giat dalam belajar serta menyelesaikan tanggung jawab. Tak lupa, penulis mengucapkan terimakasih kepada sahabat selama perkuliahan yaitu Ama, Dhillak, Dinda, Siska dan Deem yang telah mendukung dan memberikan semangat selama perkuliahan. Kemudian, terimakasih juga kepada Kak Nita dan Kak May yang selalu bersedia dalam membantu penulis ketika dalam kesulitan. Ucapan terimakasih untuk Lapedast 25 yang sudah dianggap seperti keluarga yaitu Tria, Nanda, Feni, Kristin, Sefty, Tiara, Aurora, Chusnul, Rhikal, Iky, Kak Bira, Atri, Ronisha dan Elga. Terimakasih juga untuk sahabat dari masa MAN yaitu Dera dan Alam yang sudah memberikan semangat dan selalu ada ketika penulis ingin bercerita. Lalu, terimakasih juga untuk tujuh member Enhypen. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada keluarga besar SMA Negeri 1 Tanjung Agung dan warga daerah Tanjung Agung yang sudah membantu penulis dalam melakukan penelitian disekolah. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi pendidikan fisika dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Indralaya, 12 Desember 2024

Penulis



Rahma Putria Anjani

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Bahan Ajar	9
2.1.1 Pengertian Bahan Ajar	9
2.1.2 Jenis-jenis Bahan Ajar.....	9
2.1.3 Karakteristik E-Modul	10
2.2 Modul.....	10
2.2.1 Pengertian Modul	10
2.2.2 E-Modul	11
2.2.3 Karakteristik E-Modul	12
2.2.4 Komponen E-Modul	13
2.3 <i>Flipbook Heyzine</i>	14
2.4 Pembelajaran Berbasis Kearifan Lokal.....	15
2.5 Air Terjun Bedegung	16
2.6 STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>).....	18
2.6.1 Pengertian STEM	18
2.6.2 Karakteristik Pembelajaran STEM	19
2.6.3 Kelebihan STEM.....	19
2.7 Keterampilan Berpikir Kritis	21

2.8 Pembelajaran Fisika	23
2.9 Fluida Dinamis	23
2.9.1 Pengertian Fluida Dinamis	23
2.9.2 Sifat-sifat Aliran Fluida.....	24
2.10 Penelitian Pengembangan	27
2.10.1 Pengertian Penelitian Pengembangan	27
2.10.2 Model Penelitian Pengembangan	28
2.10.3 Model Pengembangan <i>Rowntree</i>	29
2.10.4 Evaluasi Formatif Tessmer	29
2.11 Kriteria Keberhasilan Pengembangan.....	30
2.12 Penelitian Relevan	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Metode Penelitian	32
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.3 Subjek Penelitian	33
3.4 Prosedur Penelitian	34
3.5 Tahap Perencanaan	34
3.6 Tahap Pengembangan	34
3.7 Tahap Evaluasi.....	35
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.9 Teknik Analisis Data.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Penelitian	44
4.1.1 Deskripsi Hasil Tahap Perencanaan.....	44
4.1.2 Deskripsi Hasil Tahap Pengembangan.....	47
4.1.3 Deskripsi Hasil Tahap Evaluasi	50
4.2 Pembahasan.....	65
4.2.1 Tahap Perencanaan.....	68
4.2.2 Tahap Pengembangan	68

4.2.3 Tahap Evaluasi	69
4.3 Kelebihan dan Kekurangan	71
4.3.1 Kelebihan	72
4.3.2 Kekurangan	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Konteks Air Terjun Bedegung	17
Gambar 2.2 Alur Pengembangan <i>Rowntree</i>	29
Gambar 2.3 Evaluasi Formatif Tessmer	30
Gambar 3.1 Jarak sekolah ke Air Terjun Bedegung	33
Gambar 3.2 Alur Penelitian Pengembangan E-Modul Berbasis STEM	37
Gambar 4.1 Tampilan Awal <i>Heyzine Flipbook</i>	49
Gambar 4.2 Tampilan Awal Prototipe Saat Diakses Menggunakan (a) <i>smartphone</i> , (b) laptop, dan (c) tablet.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis Komponen STEM	20
Tabel 2.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	22
Tabel 2.3 Analisis Konsep Fluida Dinamis pada Air Terjun Bedegung	24
Tabel 2.4 Materi Fluida Dinamis berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis.....	26
Tabel 3.1 Kisi-kisi Validator Ahli Materi.....	38
Tabel 3.2 Kisi-kisi Validasi Ahli Desain Pembelajaran	38
Tabel 3.3 Kisi-kisi Validasi Ahli Bahasa.....	39
Tabel 3.4 Kisi-kisi Instrumen Tanggapan Peserta Didik	39
Tabel 3.5 Kisi-kisi Instrumen Pilihan Ganda.....	40
Tabel 3.6 Kategori Nilai Validasi	40
Tabel 3.7 Kategori Nilai Angket.....	41
Tabel 3.8 Kategori Hasil Validasi Ahli.....	41
Tabel 3.9 Kategori Hasil Evaluasi <i>One to One</i> dan <i>Small Group</i>	42
Tabel 3.10 Kategori Hasil Persentase Berpikir Kritis.....	42
Tabel 3.11 Kategori Hasil Persentase <i>N-Gain</i>	43
Tabel 3.12 Kategori Hasil Tafsiran <i>N-Gain</i>	43
Tabel 4.1 Perumusan Tujuan Pembelajaran.....	46
Tabel 4.2 Garis Besar Isi E-Modul	47
Tabel 4.3 Hasil Validasi Kelayakan Materi	52
Tabel 4.4 Hasil Validasi Kelayakan Desain dan Bahasa	53
Tabel 4.5 Hasil Validasi Kelayakan Desain Pembelajaran.....	53

Tabel 4.6 Hasil Rata-rata Validasi Materi, Desain dan Bahasa, dan Desain Pembelajaran.....	54
Tabel 4.7 Saran dan Komentar Validator pada Tahap <i>Expert Review</i>	55
Tabel 4.8 Sebelum dan Setelah Revisi Berdasarkan Komentar/Saran pada Tahap <i>Expert Review</i>	56
Tabel 4.9 Hasil Penilaian Peserta Didik pada Tahap <i>One-to-one Evaluation</i>	59
Tabel 4.10 Saran dan Komentar Peserta Didik pada Tahap <i>One-to-one Evaluation</i>	60
Tabel 4.11 Hasil Penilaian Peserta Didik pada Tahap <i>Small Group Evaluation</i>	61
Tabel 4.12 Saran dan Komentar Peserta Didik pada Tahap Tahap <i>Small Group Evaluation</i>	62
Tabel 4.13 Hasil <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Peserta Didik.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 <i>Storyline</i> E-Modul	83
Lampiran A.2 Kisi-kisi Instrumen Penelitian	84
Lampiran B.1 Analisis Kebutuhan	103
Lampiran B.2 Hasil Validasi Tahap <i>Expert Review</i>	106
Lampiran B.3 Hasil Praktikalitas Tahap <i>One-to-One Evaluation</i>	126
Lampiran B.4 Hasil Praktikalitas Tahap <i>Small Group Evaluation</i>	141
Lampiran B.5 Hasil <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Tahap <i>Field Test</i>	186
Lampiran C.1 Usul Judul Skripsi.....	188
Lampiran C.2 Persetujuan Seminar Proposal	189
Lampiran C.3 Pengesahan Proposal Penelitian.....	190
Lampiran C.4 <i>Review</i> Proposal Penelitian.....	191
Lampiran C.5 Surat Keterangan Pembimbing	192
Lampiran C.6 Surat Permohonan Validator.....	194
Lampiran C.7 Surat Izin Penelitian Dekanat	195
Lampiran C.8 Surat Izin Penelitian Direktorat SMA.....	196
Lampiran C.9 Surat Telah Melakukan Penelitian.....	197
Lampiran C.10 Persetujuan Seminar Hasil	198
Lampiran C.11 Pengesahan Seminar Hasil.....	199
Lampiran C.12 <i>Review</i> Makalah Seminar Hasil	200
Lampiran C.13 Persetujuan Ujian Akhir Program Studi	202
Lampiran C.14 Kartu Bimbingan Skripsi	203

Lampiran C.15 Notulensi Ujian Skripsi.....	205
Lampiran C.16 Bukti Perbaikan Skripsi	207
Lampiran C.17 Surat Bebas Plagiat	208
Lampiran C.18 Surat Keterangan Pengecekan <i>Similarity</i>	209
Lampiran D.1 Pengisian Angket <i>One-To-One Evaluation</i>	212
Lampiran D.2 Pengisian Angket <i>Small Group Evaluation</i>	212
Lampiran D.3 Kegiatan Penelitian	213

ABSTRAK

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis STEM materi fluida pada konteks air terjun bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang valid, praktis, dan efektif. Metode yang digunakan adalah *Research & Development* (R&D) dengan berdasarkan model Rowntree yang mencakup tiga aspek utama yaitu perencanaan, pengembangan, dan evaluasi. Evaluasi yang digunakan pada penelitian adalah evaluasi formatif Tessmer. Prosedur ini disusun dalam lima tahap, terdiri dari: (1) *self-evaluation*, (2) *expert review*, (3) *one-to-one evaluation*, (4) *small group evaluation* dan (5) *field test*. Teknik analisis data yang digunakan adalah kuantitatif. Analisis data kuantitatif digunakan untuk mengetahui kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk E-Modul. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa validitas pada tahap *expert review* dinyatakan valid dengan persentase 93,5% aspek materi, 93,25% aspek desain, dan 95% aspek bahasa serta 88,75% desain pembelajaran. Ketiga aspek pada uji validitas masuk dalam kategori sangat valid. Kemudian, analisis pada tahap *one-to-one evaluation* memperoleh persentase 96,45% dan *small group evaluation* memperoleh persentase 95,33%. Uji kepraktisan pada kedua tahapan masuk kedalam kategori sangat praktis. Lalu, analisis pada tahap *field test* dinyatakan tinggi berdasarkan nilai rata-rata persentase *N-Gain* yaitu sebesar 0,71. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan e-modul berbasis STEM materi fluida pada konteks air terjun bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA dinyatakan sangat valid, sangat praktis, dan efektif dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis.

Kata Kunci: *E-Modul, Fisika, Fluida Dinamis, Air Terjun Bedegung, dan Keterampilan Berpikir Kritis*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran fisika merupakan pengetahuan paling mendasar dan tak bisa dipisahkan pada kehidupan nyata sehari-hari. Selama kegiatan proses belajar, siswa dituntut agar secara aktif terlibat dan membangun pemahaman mereka sendiri atau memainkan peran penting dalam pengalaman belajar mengajar mereka. (Latifah dkk., 2020). Tuntutan masa kini, khususnya di abad ke-21 dengan teknologi yang berkembang pesat, menuntut kemajuan yang signifikan dalam pengembangan proses pendidikan. Akibatnya, guru harus secara proaktif merancang pengalaman belajar yang memberdayakan siswa untuk memahami dan beradaptasi dengan kebutuhan pengetahuan yang terus berkembang di abad ke-21 (Maritsa dkk., 2021).

Abad ke-21 mengakibatkan perubahan yang sangat cepat. Dimana perkembangan pengetahuan serta teknologi yang pesat bisa menyebabkan adanya perubahan beberapa pandangan dalam kegiatan pembelajaran. Ditandai dengan adanya suatu perubahan mulai dari ketentuan kurikulum, media ajar, dan teknologi. Media pembelajaran yang efektif memiliki kekuatan untuk mengubah konsep-konsep yang kompleks menjadi ide-ide yang mudah dimengerti. Pembelajaran menggunakan basis TIK tidak bisa dilepaskan dari tuntutan belajar di abad 21. Aspek kunci dari proses belajar abad ke-21 adalah dengan menggunakan teknologi untuk menjadi media dalam meningkatkan keterampilan belajar siswa (Yusuf dkk., 2015).

Siswa perlu berusaha untuk mengembangkan dan mengaplikasikan pengetahuannya dengan memanfaatkan potensi yang dimilikinya, terutama dalam kegiatan ilmiah. Terlibat dalam kegiatan ilmiah memungkinkan mereka untuk mempraktikkan keterampilan penting seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi. Oleh karena itu, belajar fisika dapat memainkan peran penting dalam membantu siswa memperoleh keterampilan penting yang dibutuhkan untuk abad ke-21 (Taryono dkk., 2019). Di abad ke-21, sangat penting bagi siswa

untuk mengambil pendekatan yang lebih proaktif dalam memperoleh pengetahuan baru. Pendidikan berbasis STEM memainkan peran penting dalam mendorong keterlibatan aktif ini, yang menunjukkan hubungan yang kuat dengan prinsip-prinsip pembelajaran abad ke-21 (Kan & Murat, 2020).

Pembelajaran berbasis STEM adalah pendekatan praktis untuk pendidikan yang sangat cocok dengan kehidupan sehari-hari (Wiyono dkk., 2024). STEM mencakup empat ilmu utama yaitu *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematics*. Belajar menggunakan pendekatan STEM dapat mendorong siswa agar terlibat secara aktif serta mengeksplorasi pemahaman mereka. Pembelajaran yang menggunakan pendekatan STEM dapat dijadikan salah satu solusi untuk meningkatkan kebaruan dalam pembelajaran fisika yang sesuai dengan perkembangan di era ini (Diana & Turmudi, 2021).

Era yang semakin berkembang menyebabkan berbagai perubahan, siswa diharapkan untuk memiliki empat keterampilan utama yang penting untuk abad 21. Siswa diminta untuk mampu berpikir secara kritis serta kreatif dalam menghadapi tantangan, kemudian memiliki kemampuan komunikasi yang baik dan bisa berkolaborasi aktif dengan sesama teman (Sury dkk., 2024). Keterampilan abad 21 sangat dibutuhkan, contohnya adalah keterampilan kritis siswa dalam berpikir. Dimana keterampilan ini bisa menjadi langkah awal untuk bisa menunjang keberhasilan pada kegiatan suatu pembelajaran (Wayudi dkk., 2020). Berpikir kritis dapat membuat siswa memecahkan masalah, dapat menganalisis ide-ide dalam memecahkan masalah sehingga nantinya dapat menghasilkan pengetahuan baru berdasarkan hasil analisis yang diperoleh (Handayani & Sulisworo, 2021).

Siswa bisa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan berbagai langkah dan tahapan, dimulai dengan memunculkan ide dan berlanjut ke analisis masalah. Sangat penting bagi siswa untuk memupuk kemandirian dalam upaya pemecahan masalah mereka, karena pemikiran kritis dan pemecahan masalah yang efektif saling berhubungan erat. Pendidikan yang berkualitas menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan analisis yang kuat. Peran proses pembelajaran di sekolah sangat penting dalam menumbuhkan dan meningkatkan pengetahuan.

Biasanya, proses ini melibatkan guru yang bertindak sebagai fasilitator, membimbing siswa melalui kegiatan belajar mereka (Wardani dkk., 2023).

Hal yang bisa dilakukan dalam membantu siswa ialah dengan cara mengembangkan perangkat bahan ajar. Perangkat bahan ajar yang bisa membantu siswa dan guru dalam suatu kegiatan belajar fisika adalah dengan menggunakan modul. Modul akan berpengaruh terhadap pelaksanaan proses suatu pembelajaran. Modul, saat ini mengalami perkembangan yang begitu pesat, dimana modul yang dulunya hanya berbasis cetak kini berubah menjadi bentuk digital dan lebih praktis (E-Modul). Modul bisa dibuat melalui berbagai *software*, dimana setiap bagian halaman dapat dimuat ke dalam modul elektronik (Arnita dkk., 2021).

E-Modul dapat diintegrasikan ke dalam media teknologi yang bisa memberikan daya tarik yang termuat dalam bentuk digital *flipbook*. Penggunaan *flipbook* bisa membuat E-Modul pada pembelajaran menjadi lebih interaktif, efektif, dan menarik bagi siswa (Humairah dkk., 2022). E-Modul dapat diakses menggunakan *smartphone* atau komputer masing-masing siswa. E-Modul lebih praktis dan efektif jika digunakan oleh siswa untuk belajar karena dapat diakses dimanapun dan kapanpun tanpa terikat ruang dan waktu. Penggunaan E-Modul fisika diupayakan bisa menjadi cara baru untuk menanamkan semangat belajar para siswa (Yachod dkk., 2024).

Penerapan konsep fisika pada kehidupan nyata sering dijumpai dan banyak ditemui. Salah satu contohnya adalah fenomena alam dan kearifan lokal di suatu tempat. Kearifan lokal ialah bentuk dari pengetahuan, sebuah kepercayaan, dan pemahaman terhadap adat istiadat untuk menjadi ketentuan perilaku dari manusia di kehidupan suatu komunitas ekologi. Kearifan lokal dapat dikaitkan dengan proses pembelajaran fisika, khususnya dalam mengembangkan bahan ajar seperti modul. Modul fisika dengan menggunakan kearifan lokal memiliki pengaruh pada kegiatan pembelajaran siswa sehingga nantinya dapat diketahui tingkat respon dari siswa (Hidayanto dkk., 2016).

Kabupaten Muara Enim merupakan bagian daerah yang berada di Provinsi Sumatera Selatan dengan keunikan dan memiliki potensi wisata yang cukup besar (Amalia dkk., 2023). Kabupaten Muara Enim memiliki banyak potensi wisata, yang meliputi wisata alam, margasatwa, dan pengalaman budaya yang kaya. Dari banyaknya objek wisata, Air Terjun Bedegung adalah salah satu yang terbaik. Air Terjun Bedegung terletak di Kecamatan Tanjung Agung, Muara Enim. Air Terjun Bedegung dikenal dengan keindahan alamnya yang menakjubkan, menawarkan pengunjung kesempatan untuk menjelajahi air terjun dan petualangan arung jeram. Berjarak sekitar 240 kilometer dari Kota Palembang, Air Terjun Bedegung menyandang predikat sebagai air terjun tertinggi yang ada di Sumatera Selatan, menjulang setinggi 99 meter. Keistimewaan luar biasa ini meningkatkan daya tariknya sebagai destinasi yang wajib dikunjungi (Hermanto dkk., 2022).

Air Terjun Bedegung dapat dijadikan sebagai sumber belajar yang kontekstual pada modul fisika berbasis kearifan lokal, khususnya untuk materi fluida. Air Terjun Bedegung menghadirkan fenomena menarik untuk dipelajari terkait konsep fisika baik dari segi aliran laminar maupun aliran turbulen. Ketika aliran air terjun mencapai dasar, pola aliran yang teratur berubah menjadi turbulen yang ditandai dengan adanya pusaran dan gerakan tidak beraturan (Rohman, 2019). Selain itu, asas kontinuitas juga terdapat pada Air Terjun Bedegung, terlihat ketika air bergerak dari bagian yang memiliki luas penampang besar menuju bagian lebih sempit. Hal ini mengakibatkan aliran air meningkat dalam menjaga debit agar tetap konstan. Hukum Bernoulli juga berperan dalam menjelaskan fenomena di Air Terjun Bedegung, pada bagian atas Air Terjun Bedegung memiliki energi potensial gravitasi yang tinggi karena berada pada ketinggian tertentu. Saat air jatuh, energi potensial diubah menjadi energi kinetik sehingga kecepatan air meningkat secara signifikan (Silangen & Tumangkeng, 2024).

Materi fluida dalam kearifan lokal diharapkan dapat dipahami oleh siswa, karena berkaitan langsung dengan materi fisika dan dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan. Fluida merupakan bagian penting pada kehidupan nyata. Hal ini dapat dilihat dengan adanya KD atau kompetensi dasar pada materi fisika

yakni fluida dinamis dengan acuan pada keterampilan dasar di abad 21 yaitu mengimplementasikan prinsip fluida dinamis dengan teknologi, kemudian membuat proyek, dan mengujicobakan proyek sederhana dengan cara menerapkan fluida dinamis (Azahary & Wiyono, 2020). Fluida dinamis adalah bagian ilmu pengetahuan yang mempelajari perilaku fluida (gas atau cairan) saat mengalami gerakan atau aliran. Ilmu ini melibatkan analisis terhadap sifat fluida dinamis, seperti tekanan, kecepatan, dan distribusi energi kinetik dan potensial di dalam fluida (Sinaga dkk., 2024).

Pembelajaran fisika materi fluida masih dianggap sulit bagi siswa (Aini dkk., 2018). Siswa mengalami kesulitan saat menjelaskan hubungan antara materi fluida dengan fenomena alam. Siswa Siswa sering menganggap fenomena alam tidak berhubungan dengan fisika dan memandang mata pelajaran ini hanya sebagai kumpulan rumus dan hanya eksperimen didalam laboratorium. Selain itu, kurangnya pemahaman terkait materi dengan kehidupan sehari-hari membuat siswa belum mampu memahami konsep dalam materi fluida (Aminah dkk., 2019). Cara untuk mengatasi adanya kesulitan saat memahami konsep fisika materi fluida dinamis agar bisa lebih mudah dipahami adalah dengan cara mengembangkan bahan ajar yang memiliki keterkaitan langsung atau berbasis kontekstual (Aini dkk., 2018).

Penelitian pengembangan berupa E-Modul sudah pernah dibuat beberapa orang sebelumnya, antara lain Safitri dkk., (2023) dengan judul pengembangan modul pada pembelajaran fisika berbasis kearifan lokal pada materi suhu dan kalor. Penelitian ini dibuat dengan harapan bisa memudahkan siswa saat belajar dan memahami mata pelajaran fisika. Pengembangan modul ini masuk pada kategori sangat baik. Kemudian, penelitian dari Anggraeni (2021) berhasil mengembangkan modul menggunakan pendekatan STEM pada fisika fluida dinamis untuk siswa SMA kelas XI dengan memperoleh nilai rata-rata persentase kriteria sangat valid. Lalu, penelitian oleh Arnita dkk., (2021) dengan penelitian pengembangan E-Modul menggunakan basis STEM pada materi fluida statis dan dinamis dengan memakai *kivosft flipbook maker*, rata-rata skor perolehan pada materi dan media

masuk ke kategori sangat baik. Adapun penelitian dari Latifah dkk., (2020) dengan judul pengembangan E-Modul fisika dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sudah masuk dalam kategori baik serta layak diujicobakan sebagai bahan ajar fisika SMA untuk kelas X.

Peneliti melakukan analisis kebutuhan dalam pembuatan E-Modul pada siswa yang sedang menempuh mata pelajaran fisika dengan materi Fluida. Data analisis diambil dengan memberikan angket, kemudian dilakukan secara *online* melalui *google form* sebanyak 85 siswa sebagai responden. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa 54,1% siswa pernah mendengar istilah modul. Kemudian 98,8% responden sudah memiliki perangkat teknologi (*smartphone*) yang memadai dan 92,9% kualitas jaringan yang baik (4G stabil). Sehingga hal ini memungkinkan jika pembelajaran diakses melalui teknologi digital. Berdasarkan hasil survei 94,1% respon menyatakan bahwa pengembangan E-Modul berbasis STEM diperlukan. E-Modul yang perlu dikembangkan berdasarkan survei adalah sebagai berikut: 54,1% yang bisa diakses dengan mudah melalui teknologi digital, 23,5% berbasis STEM, 36,5% bisa melatih keterampilan berpikir kritis, 36,5% memakai bahasa yang baik dan mudah dimengerti. Adapun bentuk E-Modul yang bisa membantu siswa dalam memahami materi fluida yaitu: 50,6% memiliki tampilan menarik dan tidak membosankan, 29,4% memuat konteks kearifan lokal atau lingkungan sekitar, 40% materi yang disajikan lengkap dan disertai contoh soal, 24,7% terdapat (gambar, teks, video dan animasi), 18,8% terdapat banyak teks dan 9,4% terdapat banyak soal.

Berdasarkan penjelasan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk melakukan sebuah penelitian pengembangan dengan judul **“Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Materi Fluida Pada Konteks Air Terjun Bedegung untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA”**. Penelitian pengembangan ini dilakukan agar bisa mengetahui kevalidan produk, kepraktisan penggunaan, dan keefektifan dari pengembangan E-Modul dengan pendekatan STEM dan konteks kearifan lokal pada materi pembelajaran fluida untuk melatih keterampilan kritis siswa dalam berpikir.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan E-Modul materi Fluida berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan E-Modul materi Fluida berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang praktis?
3. Bagaimana efektivitas penggunaan E-Modul materi Fluida berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA sebelum dan sesudah penggunaannya?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan E-Modul materi Fluida berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang valid
2. Menghasilkan E-Modul materi Fluida berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang praktis
3. Mengetahui efektivitas penggunaan E-Modul materi Fluida berbasis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA sebelum dan sesudah penggunaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Pengembangan yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat pada beberapa pihak. Berikut manfaat pada penelitian.

1. Peneliti

Peneliti bisa menambah wawasan dan pengetahuan terkait cara bagaimana mengembangkan E-Modul pada materi fluida dengan menggunakan basis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung dalam melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang dinyatakan valid, praktis, dan efektif.

2. Sekolah

Sekolah bisa memanfaatkan E-Modul yang sudah dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk membantu meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah khususnya di SMA Negeri 1 Tanjung Agung.

3. Guru

Guru SMA 1 Tanjung Agung dapat menggunakan produk pengembangan E-Modul dengan konteks Air Terjun Bedegung sebagai bahan ajar pada saat melaksanakan kegiatan pembelajaran fisika, terutama pada materi fluida.

4. Siswa

Siswa bisa mendapatkan bahan ajar yang dapat mendukung proses belajar melalui E-Modul pada materi fluida dengan menggunakan basis STEM pada konteks Air Terjun Bedegung untuk melatih keterampilan kritis siswa dalam berpikir dengan harapan bisa membantu siswa SMA 1 Tanjung Agung agar dapat lebih mudah mengerti materi fluida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, I., & Nurfan, R. (2024). *Lontarak Pabbura : Kearifan Lokal Medis Manusia Bugis*. 21(2), 133–152. <https://doi.org/10.26499/kc.v21i2.483>
- Abdullah, M. (2016). Besaran-Besaran Gerak. *Fisika Dasar 1*, 81–159.
- Aini, D. F., Prastowo, S. H. B., & Astutik, S. (2018). Kajian Dinamika Fluida Pada Aliran Air Terjun Tancak Kembar Bondowoso Sebagai Rancang Handout Fisika. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, 3, 56–62.
- Amalia, A., Junianto, M., Herawati, Y., Lisnini, Roani, U. P., Apriyanti, E., & Ardano, F. (2023). Analisis Kepuasan Wisatawan Curup Bedegung Ditinjau Melalui Komponen 4a (Atraksi, Amenitas, Aksesibilitas, Dan Ancillary). *Jurnal Hospitality Dan Pariwisata*, 9(2), 96–107. <https://doi.org/10.30813/jhp.v9i2.4685>
- Aminah, S., Doyan, A., & Hikmawati, H. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Kuantum Berbantuan Simulasi PHET Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 1(1), 0–4. <https://doi.org/10.29303/jppfi.v1i1.15>
- Anggraeni, R. E., & Suratno. (2021). The analysis of the development of the 5E-STEAM learning model to improve critical thinking skills in natural science lesson. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012050>
- Anggraeni, S. A. (2021). *Pengembangan Modul Dengan Pendekatan STEM Pada Pokok Bahasan FISIKA Materi Fluida Dinamis Untuk Siswa SMA Kelas XI*. PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA%0AJURUSAN PENDIDIKAN MIPA%0AFAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN%0AUNIVERSITAS JEMBER
- Arista, A., Arief, Z. A., & Herawati. (2022). *Pengembangan Modul Pembelajaran Bahasa Indonesia Berbasis Digital* (R. Hartono (ed.)). Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung.
- 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>
- Astalini, A., Kurniawan, D. A., & Sumaryanti, S. (2018). Sikap Siswa Terhadap Pelajaran Fisika di SMAN Kabupaten Batanghari. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 3(2), 59. <https://doi.org/10.26737/jipf.v3i2.694>
- Azhary, H. A., & Wiyono, K. (2020). Pengembangan E-Learning Materi Fluida Dinamis Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 1–

10. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1541>

- Azzahra, H., Yuanita, P., & Armis, A. (2024). Pengembangan modul ajar berbasis problem based learning untuk memfasilitasi kemampuan representasi matematis peserta didik fase E. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(1), 102–113. <https://doi.org/10.33654/math.v10i1.2637>
- Berliana Sintia, D., & Subali, B. (2021). *Unnes Physics Education Journal*. *10*(2).
- Chaira, L., & Hardeli, H. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Model Guided Discovery Learning dengan Teknik Probing Prompting Question pada Materi Termokimia Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *13*(1), 16–24. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.807>
- Diana, N., & Turmudi, T. (2021). Kesiapan Guru dalam Mengembangkan Modul Berbasis STEM untuk Mendukung Pembelajaran di Abad 21. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(02), 1–8. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v11i02.11720>
- Fitri, A. M., & Gusnedi. (2024). Multimedia Interaktif dengan Model Discovery Learning Pada Materi Suhu dan Kalor Menggunakan Ispring. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *8*(1), 8834–8841.
- Halliday, Resnick, & Walker. (2011). Fundamentals of Physics-Halliday & Resnick. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *53*(12), 160. www.wileyplus.com
- Handayani, I. M., & Sulisworo, D. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbantuan Geogebra Pada Materi Transformasi Geometri. *Jurnal Equation: Teori Dan Penelitian Pendidikan Matematika*, *4*(1), 47. <https://doi.org/10.29300/equation.v4i1.4027>
- Haryati, S. (2012). Research And Development(R & D) Sebagai Salah Satu Model Penelitian Dalam. *Academia*, *37*(1), 13.
- Haspen, C. D. T., Syafriani, S., & Ramli, R. (2021). Validitas E-Modul Fisika SMA Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, *5*(1), 95–101. <https://doi.org/10.24036/jep/vol5-iss1/548>
- Hermanto, T. A., Moelyati, T. A., & Fitantina, F. (2022). Pengaruh Kualitas Pelayanan, Tarif dan Aksesibilitas Terhadap Kepuasan serta Dampaknya Terhadap Loyalitas Wisatawan pada Objek Wisata Air Terjun Curup Tenang Bedegung Muara Enim. *Motivasi*, *7*(1), 1. <https://doi.org/10.32502/mti.v7i1.4124>
- Hidayah, R. N., Wiyono, K., & Ismet. (2024). STEM-Based Sound Wave E-learning for High School Students Collaboration Skills. *AIP Publishing*, *020049*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0201015>
- Hidayanto, F., Sriyono, & Ngazizah, N. (2016). Pengembangan Modul Fisika SMA

- Berbasis Kearifan Lokal Untuk Mengoptimalkan Karakter Peserta Didik. *Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 9(1), 24. <https://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/article/view/211>
- Humairah, E. (2022). Penggunaan Buku Ajar ELEktroik (E-Book) Berbasis Flipbook Guna Mendukung Pembelajaran Daring Di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Batch 1*, 1–6.
- Humairah, L. P., Wahyuni, S., Nuha, U., & Wahyuni, D. (2022). *Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Flipbook Digital Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa*. 26–34.
- Imansari, N., & Sunaryantiningsih, 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>
- Ismail, T., Sukiani, Sukanto, A., Bashir, A., & Ria, S. D. (2019). Kata Pengantar. *JURNAL INTEGRITAS SERASAN SEKUNDANG*.
- Isnaniah, N. (2023). *AL KAWNU: SCIENCE AND LOCAL WISDOM JOURNAL Pembelajaran Fisika Berbasis Etno-STEM melalui Permainan Tradisional Kalimantan Selatan*. 02(01), 116–121. <https://doi.org/10.18592/alkawnu.v1i1.7418>
- Izzati, N., & Fatikhah, I. (2015). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Bermuatan Emotion Quotient Pada Pokok Bahasan Himpunan. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 4(2). <https://doi.org/10.24235/eduma.v4i2.29>
- Jupinta, A., & Yerimadesi, Y. (2024). Validitas E-Modul Termokimia Berbasis Guided Discovery Learning untuk Fase F Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 5289–5299.
- Kan, A. U., & Murat, A. (2020). Investigation of Prospective Science Teachers ' 21st Century Skill Competence Perceptions and Attitudes Toward STEM. *International Online Journal of Educational Sciences, January 2018*.
- Khomaria, I. N., & Puspasari, D. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Model Learning Cycle pada Materi Media Komunikasi Humas Kelas XI OTKP. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(5), 2492–2503.
- Kosashi, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar* (B. S. Fatmawati (ed.)). Bumi Aksara.
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Latifah, N., & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jips: Jurnal Inovasi*

Pendidikan Sains, 01, 1–7. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips>

- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2), 202–207. <https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.809>
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170–187. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Mahulae, P. S. (2023). *Pengembangan Bahan Ajar* (T. Media (ed.)). Tahta Media Group.
- Maritsa, A., Hanifah Salsabila, U., Wafiq, M., Rahma Anindya, P., & Azhar Ma'shum, M. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Mau, I., & Ramli, M. (2022). *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia Pengembangan Buku Pengayaan Kimia Digital Berbasis Kearifan Lokal Kabupaten Indramayu*. 16(2).
- Munawaroh. (2018). Analisa Prediksi Jumlah Pembuatan Roti Menggunakan Penerapan Metode Fuzzy Inference System Dengan Algoritma Tsukamoto. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(2), 184–189. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i2.849>
- Nazhifah, N., Ismet, & Wiyono, K. (2024). Needs Analysis of STEM-based E-learning to Improve Students' Creative Thinking Skills. *AIP Publishing*, 020061. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0201019>
- Nizar, H. (2023). Pengembangan LKPD Materi Harga Jual dan Harga Beli dengan Konteks Islami Untuk Mengetahui Hasil Belajar Peserta Didik. *Hexagon: Jurnal Ilmu Dan Pendidikan Matematika*, 1(2), 125–133. <https://doi.org/10.33830/hexagon.v1i2.5835>.
- Paramitha, G. P., Sriyanti, I., Ariska, M., & Marlina, L. (2021). Analisis Modul Elektronik Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Smp Pada Materi Fisika. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 52–60. <https://doi.org/10.36706/jipf.v8i1.14031>
- Purwaningtias, F., Maretta, I., Syaputra, H., & Ibadi, T. (2022). No Title. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(12).
- Ramadayanty, M., Sutarno, S., & Risdianto, E. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Multiple Reprsentation Untuk Melatihkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 17–24. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.17-24>
- Rochmad. (2012). Desain Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Matematika. *JURNAL KREANO*, 3(1), 59–72.

- Rohman, M. H. (2019). Fenomena Pusaran Air Pada Kajian Konveksi Rayleigh Benard Sebagai Representasi Pembelajaran Terjadinya Angin Puting Beliung. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 3(2), 62–74. <https://doi.org/10.24815/jipi.v3i2.14707>
- Safitri, A. N., Sarwanto, S., & Harjunowibowo, D. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 13(1), 32. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v13i1.60093>
- Safriada, L. N., Ambarwati, R., Adawiyah, R., & Albirri, E. R. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 10–16. <https://doi.org/10.20527/edumat.v6i1.5095>
- Saputra, H. (2020). Kemampuan Berfikir Kritis Matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung*, 2(April), 1–7.
- 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>
- Setiadi, M. I., Muksar, M., & Suprianti, D. (2021). *Penggunaan Media Pembelajaran Flipbook Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa*. 5(4), 1067–1075. <https://doi.org/10.36312/jisip.v5i4.2542/http>
- Silangen, P. M., & Tumangkeng, J. V. (2024). *Eksplorasi Konteks-Konsep Fisika Bertemakan Air Terjun Tumimperas Dalam Pembelajaran Tematik-Exploration of the Physics Context Themed Around the Tumimperas Waterfall Within Thematic- Exploratory-Democratic (Ted) Learning*. 7(1).
- Simangunsong, S. R., & Siahaan, S. D. N. (2022). Efektivitas Pembelajaran Daring Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Online Pada Mata Kuliah Kewirausahaan. *Niagawan*, 11(2), 114. <https://doi.org/10.24114/niaga.v11i2.32773>
- Sinaga, F. P., Darmaji, D., & Kurniawan, D. A. (2024). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Pada Materi Fluida Dinamis di SMA Swasta Kota Jambi. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(1), 13–18. <https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v13i1.29770>
- Suciati, I. (2022). Implementasi Higher Order Thinking Skills Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Dalam Pembelajaran. *Koordinat Jurnal MIPA*, 3(1), 7–16. <https://doi.org/10.24239/koordinat.v3i1.32>
- Sulastry, E., Pasaribu, A., & Akhsan, H. (2021). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Multi Representasi Pada Materi Suhu dan Kalor Untuk SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021*, 1–12.

- Sury, K., Wiyono, K., & Siahaan, S. M. (2024). Physics Learning at STEM-Based to increase Communication Skills for Senior High School Students. *AIP Publishing, 020010*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0201022>
- 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>
- Sutriyono, S., Ismet, I., & Wiyono, K. (2022). Efektivitas Model Blended Learning berbasis Media Microsoft Teams pada Materi Elastisitas untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(1), 36. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i1.4451>
- Syuhendri, S., Sania, L., & Akhsan, H. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Teks Perubahan Konseptual Materi Fisika Dasar Topik Kinematika. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 43–50. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.43-50>
- Taryono, T., Saepuzaman, D., Dhina, M. A., & Fitriyanti, N. (2019). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek dan Pembelajaran Berbasis Masalah pada Mata Pelajaran Fisika untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 (4Cs) Siswa SMP. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 4(1), 89. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v4i1.15825>
- Tessmer, M. (1993). *Planning and Conducting Formative Evaluations*. Kogan Page. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203061978>
- Trimantolo, S. A. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Tematik “Merawat Hewan dan Tumbuhan” Tema 7 Untuk Siswa Kelas 2 SD. *E-Jurnal Prodi Teknologi Pendidikan*, V(6), 212–225.
- Wahyudi, I., Umunailil, A., & Suyatna, A. (2022). (*Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya*) Implementasi E-Modul Berbasis STEM Berbantuan LMS Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik di Era Covid-19 *Implementation of E-Modules STEM Based Assisted by LMS to Improve Student Learning Outcomes in theE*. 6(2), 1–7.
- Wardani, S. K., Jufriadi, A., & Kurniawati, M. (2023). *Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Fisika Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*. 5(3). <https://doi.org/10.21067/jtst.v5i3.9447>
- Wayudi, M., Suwatno, S., & Santoso, B. (2020). Kajian Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 5(1), 67–82. <https://doi.org/10.17509/jpm.v5i1.25853>
- Widianto, A. A., & Lutfiana, R. F. (2021). Kearifan Lokal Kabumi: Media Internalisasi Nilai-Nilai Karakter Masyarakat Tuban Jawa Timur. *Satwika : Kajian Ilmu Budaya Dan Perubahan Sosial*, 5(1), 118–130. <https://doi.org/10.22219/satwika.v5i1.15929>
- Wirda. (2023). Implementasi Pembelajaran Abad 21 Pada Berbagai Bidang Ilmu

- Pengetahuan. In S. Haryanti (Ed.), *Analytical Biochemistry* (Vol. 11, Issue 1). MEDIA SAINS INDONESIA.
- Wiyono, K. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berbasis ICT Pada Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 123–131.
- Wiyono, K., Madang, K., Suhery, T., Yusup, M., Anwar, Y., & Shahrill, M. (2024). The preliminary prototype of learning material based on STEM framework in renewable energy topic. *AIP Publishing*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0201402>
- Wiyono, K., Sury, K., Hidayah, R. N., Nazhifah, N., Ismet, I., & Sudirman, S. (2022). STEM-based E-learning: Implementation and Effect on Communication and Collaboration Skills on Wave Topic. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(2), 259–270. <https://doi.org/10.21009/1.08208>
- Yachod, A., Kurniawan, W., & Saptaningrum, E. (2024). Pengembangan e-modul fisika berbasis etnosains pada materi fluida. *AL-IRSYAD Journal of Physics Educations*, 3, 41–48.
- Yanti, Y. (2019). *Makalah Pengembangan Bahan Ajar Fisika*. 53(9), 1689–1699.
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan perangkat pembelajaran Fisika Modern berbasis media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran abad 21 dan Kurikulum 2013. *Pancaran Pendidikan*, 4(2), 189–200.