

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA MATERI LISTRIK
ARUS BOLAK-BALIK BERBASIS STEM PADA KONTEKS
LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) PALEMBANG UNTUK
MELATIH KREATIF SISWA**

TESIS

Oleh

DEVI PERMATA SARI

NIM : 06052682327003

Program Studi Magister Pendidikan Fisika



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA LISTRIK ARUS BOLAK-
BALIK BERBASIS STEM PADA KONTEKS *LIGHT RAIL TRANSIT*
(LRT) PALEMBANG UNTUK MELATIH KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA SMA**

TESIS

Oleh:
Devi Permata Sari
NIM: 06052682327003
Program Studi Magister Pendidikan Fisika

Mengesahkan:

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



Dr. Sardianto Markos S, M.Pd., M.Si.
NIP. 1967101719930110017

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Pendidikan Fisika



Prof. Dr. Ida Sriyanti, S.Pd., M.Si
NIP. 197811082001122002

PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA LISTRIK ARUS BOLAK-BALIK BERBASIS STEM PADA KONTEKS *LIGHT RAIL TRANSIT* (LRT) PALEMBANG UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA

TESIS

Oleh:
Devi Permata Sari
NIM: 06052682327003
Program Studi Magister Pendidikan Fisika

Telah diujikan dan lulus pada
Hari : Jum'at
Tanggal : 18 Juli 2025

Mengesahkan:

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



Dr. Sardianto Markos S, M.Pd., M.Si.
NIP. 1967101719930110017

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Pendidikan Fisika



Prof. Dr. Ida Sriyanti, S.Pd., M.Si
NIP. 197811082001122002

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Permata Sari
Nim : 06052682327003
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa tesis yang berjudul “Pengembangan E-modul Fisika Listrik Arus Bolak-balik Berbasis STEM Pada Konteks Light Rail Transit (LRT) Palembang Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA” 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 tesis ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

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

Palembang, Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Devi Permata Sari
NIM 06052682327003

PRAKATA

Tesis dengan judul “Pengembangan E-modul Fisika Listrik Arus Bolak-balik Berbasis STEM Pada Konteks Light Rail Transit (LRT) Palembang Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan tesis ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ketang Wiyono, M.Pd. dan Dr. Sardianto Markos Siahaan, M.Pd., M.Si. sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hartono, M.A selaku Dekan FKIP Unsri, Ketua dan Sekretaris Jurusan Pendidikan MIPA, Koordinator Program Studi Magister Pendidikan Fisika dan Admin yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan tesis ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada anggota penguji yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan tesis ini. Lebih lanjut penulis juga mengucapkan terima kasih kepada untuk kedua orang tuaku tercinta yang palingku sayangi yaitu Ayahku H.Nurdin S.Pd. dan Ibuku Hj. Toybah S.Pd. tak lupa saudara Ns. Eka Mardina, S.Kep., Welly Ramadina, S.H., M.H, dan Ridho Hidayat, serta saudara ipar Ridi Putra Wijaya dan Agun Radeka, M.Pd., Gr. Serta tak lupa keponakan tercinta Lyra Khadeejah Radeka dan Nayla Zeannisa Adhira. Besti ku Ranti Wulandary, S.P. Khuyaimah, S.Sos. Sri Mindia Vanessa Pratiwi, M.Pd., Masayu Husnul Khotimah, M.Pd, dan Mardiah Afifa, M.Pd. Tak lupa ucapan terimakasih kepada siswa kelas XII.5 SMA N 3 Palembang tp 2023/2024 sebagai sampel penelitian. Terima kasih telah mencurahkan segala perhatian, cinta , kasih sayang, semangat dan dorongannya juga doa-Nya yang tak pernah putus untukku sehingga penulis bisa sampai ketahap ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman – teman yang telah memberikan dukungan dan bantuannya selama penulis mengikuti pendidikan. Terakhir penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri sudah sampai ketahap ini sudah bertahan dan selalu memberikan yang terbaik dan kamu hebat. Lebih lanjut penulis juga mengucapkan terimakasih kepada DRTPM yang mendanai tesis ini melalui anggaran Penelitian Tesis Magister (PTM) berdasarkan keputusan nomor: 109/C3/DT.05.00/PL/2025.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi pendidikan fisika dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Palembang, Juli 2025

Penulis



Devi Permata Sari

Daftar Isi

Cover.....	i
Pengesahan.....	ii
Pernyataan.....	iii
Prakata.....	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I.....	11
PENDAHULUAN	11
1.1. Latar Belakang	11
1.2. Rumusan Masalah	18
1.3. Tujuan Pengembangan	18
1.4. Batasan Masalah.....	18
1.5. Manfaat Pengembangan	19
BAB II	20
TINJAUAN PUSTAKA.....	20
2.1. Bahan Ajar.....	20
2.2. Modul.....	23
2.3. E-Modul	23
2.4. Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic)	25
2.5. Keterampilan Abad 21.....	26
2.6. Kemampuan Berpikir Kreatif	28
2.7. Tinjauan Materi Listrik	30
2.8. Hasil Penelitian Relevan	31
2.9. Kerangka Berpikir	34
BAB III	35
METODE PENELITIAN.....	35
3.1 Metode Penelitian.....	35
3.2 Subjek Penelitian.....	36
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
3.4 Prosedur Penelitian.....	36
3.5 Teknik Pengambilan Data	37
3.6 Teknik Analisis Data	40

3.6.1.	Analisis Data Validitas	40
3.6.2.	Teknik Analisis Praktisitas	41
3.6.3.	Analisis Data Efektivitas	42
BAB IV		43
HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1.	Hasil penelitian	43
4.1.1.	Tahap Pendefinisian (<i>define</i>)	43
4.1.2.	Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	46
4.1.3.	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	49
4.1.4.	Tahap Penyebaran (<i>Disseminate</i>)	52
4.2.	Pembahasan	55
BAB V		63
KESIMPULAN DAN SARAN		63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		71

Daftar Gambar

Gambar 2.1. Kerangka Berpikir Penelitian	34
Gambar 2.1. Alur Penelitian	37
Gambar 4.5. Flowchart perancangan e-modul	46
Gambar 4.6. Tampilan awal canva	47
Gambar 4.7. Desain Prototipe e-modul.....	49
Gambar 4.8. Hasil perbandingan nilai pretest dan posttest	54
Gambar 4.9. Hasil N-Gain tiap indikator keterampilan kreatif	54

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Tabel Deskripsi Perbutir Soal Kreatif	29
Tabel 2.2. Hubungan Konsep Materi Listrik Arus Bolak-balik, LRT, STEM, dan Keterampilan Berpikir Kreatif	31
Tabel 2.3. Penelitian yang Relevan	31
Tabel 3.1. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Materi (Dibyantini & Sulastri, 2023).....	38
Tabel 3.2. Rubrik instrumen melatih kreatif siswa (Ismayani, 2016)	39
Tabel 3.3. Kriteria Validitas (Akbar, 2017)	41
Tabel 3.4. Kriteria N-Gain Hake (1998) dalam (Sativa et al., 2022).	42
Tabel 4.1. Konsep fisika dalam LRT Palembang	44
Tabel 4.2. Perumusan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)	45
Tabel 4.3. Hasil Validasi e-modul	50
Tabel 4.4. Hasil Uji Coba Terbatas	51
Tabel 4.5. Hasil Uji Coba Luas	51
Tabel 4.6. Hasil Uji Normalitas	52
Tabel 4.7. Hasil Uji Wilcoxon.....	53
Tabel 4.8. Hasil Pretest dan Posttest.....	53

ABSTRAK

Telah berhasil dikembangkan e-modul fisika listrik arus bolak-balik berbasis STEM pada konteks *Light Rail Transit* (LRT) Palembang untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa SMA yang valid, praktis dan efektif. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*define, design, development* dan *disseminate*). Teknik pengumpulan data menggunakan lembar validasi, angket dan tes. Hasil penelitian pada tahap *define* menunjukkan bahwa Kurikulum Merdeka mendukung pembelajaran berpusat pada siswa dan fleksibel bagi guru. Namun, keterbatasan bahan ajar membuat siswa cenderung menghafal tanpa memahami, terutama dalam fisika berbasis STEM. Oleh karena itu, diperlukan e-modul fisika berbasis STEM pada konteks LRT Palembang. Selanjutnya, pada tahap *design*, dirancang struktur e-modul yang terdiri atas komponen pendahuluan, penyajian materi berbasis pendekatan STEM, aktivitas soal berpikir kreatif, serta integrasi konteks LRT. Pada tahap *develop* menunjukkan validasi ahli diperoleh untuk aspek isi sebesar 100% (sangat valid), aspek bahasa sebesar 83,3% (valid) dan aspek desain media sebesar 95,2% (valid). Pada tahap uji coba terbatas diperoleh persentase untuk aspek kemudahan penggunaan sebesar 95% (sangat praktis), aspek tampilan dan desain 96,66% aspek penyajian materi mendapatkan persentase sebesar 93,33% (sangat praktis), pada aspek manfaat mendapatkan persentase 95% (sangat praktis). Pada tahap uji coba luas didapatkan hasil untuk aspek kemudahan penggunaan sebesar 98,75% (sangat praktis), aspek tampilan dan desain sebesar 86,66% (sangat praktis) dan aspek penyajian materi 97,5% serta aspek manfaat mendapatkan persentase sebesar 97,5% (sangat praktis). Pada tahap *disseminate*, e-modul fisika listrik arus bolak-balik berbasis STEM dalam konteks *Light Rail Transit* (LRT) Palembang terbukti efektif, dengan perolehan N-Gain sebesar 0,75 yang termasuk dalam kategori tinggi untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa SMA. Dapat disimpulkan bahwa e-modul yang telah dikembangkan, yang termasuk dalam kategori valid dan praktis, terbukti efektif dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Efektivitas tersebut ditunjukkan melalui perolehan nilai N-Gain yang tinggi pada tahap uji coba penyebaran. Oleh karena itu, e-modul ini layak dan dapat digunakan secara optimal dalam proses pembelajaran fisika di tingkat SMA.

Kata kunci: *E-Modul STEM, listrik arus bolak-balik, LRT Palembang, keterampilan berpikir kreatif.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Pendidikan menjadi suatu hal yang terpenting dalam proses kehidupan untuk mengembangkan diri. Pendidikan merupakan usaha sadar yang terencana untuk melaksanakan dan mewujudkan proses belajar mengajar secara berkesinambungan. Pendidikan merupakan faktor utama dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia di bumi. Oleh karena itu pendidikan harus berkontribusi untuk visi baru tentang pembangunan global secara berkelanjutan (Mustafa & Dwiyoogo, 2020). Dengan adanya pendidikan dapat mempengaruhi perubahan seseorang dalam menumbuhkan dan mengembangkan potensi dalam diri. Sehingga Pendidikan diharapkan mampu mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang sifatnya dapat diterapkan dalam dunia kerja yang memiliki tingkat kompetensi yang semakin tinggi (Rizaldi et al., 2022). Pendidikan menjadi hal yang terpenting bagi suatu bangsa agar menjadi generasi penerus yang berkualitas. Pendidikan abad 21 harus mampu mengembangkan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang unggul. Keterampilan abad 21 dapat dilatih melalui pendidikan sehingga pendidik dan siswa memperluas kemampuan mereka dengan teknologi untuk meningkatkan kualitas karir dan kehidupan sosial masa depan mereka (Azairok et al., 2023). Dengan adanya pendidikan yang berkualitas tentunya tujuan dari pendidikan dapat tercapai sehingga kurikulum sangat berperan penting dalam pendidikan sebagai pengarah tujuan dari pendidikan kedepannya agar berjalan menjadi lebih baik.

Kurikulum di Indonesia saat ini menggunakan kurikulum merdeka. Kurikulum ini dikembangkan dengan harapan tercipta generasi yang mampu memahami materi atau ilmu yang diajarkan guru dengan cepat, tidak hanya pandai mengingat materi ajar yang diberikan guru, kurikulum merdeka belajar akan menciptakan pembelajaran aktif (Hartanto et al., 2021). Dalam perspektif pembelajaran kurikulum merdeka belajar menjadi dasar yang kuat untuk menggerakkan komponen-komponen pembelajaran secara terintegrasi dan bermakna dalam menghasilkan lulusan yang unggul dan berdaya secara global.

Kurikulum Merdeka adalah kurikulum dengan pembelajaran intrakurikuler yang beragam di mana konten akan lebih optimal agar peserta didik memiliki cukup waktu untuk mendalami konsep dan menguatkan kompetensi (Fauzi, 2022). Kurikulum merdeka belajar ini dapat membawa peserta didik untuk memiliki pemahaman yang baik dalam pembelajaran.

Perkembangan teknologi dan industri di era global memiliki dampak positif dan negatif. Oleh sebab itu, sumber daya manusia (SDM) membutuhkan pemikiran yang logis, kritis dan kreatif untuk mengikuti perkembangan teknologi dan industri di kehidupan sehari-hari, Pendidikan merupakan faktor utama dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia di bumi. (Mustafa & Dwiyo, 2020) Salah satu ilmu yang dibutuhkan dalam menghadapi teknologi dan industri yang semakin berkembang adalah fisika. Fisika merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern, berperan penting dalam berbagai bidang, dan memberikan kontribusi bagi perkembangan kemampuan berpikir siswa. Implementasi dari kurikulum merdeka belajar menjadikan siswa untuk dapat mengembangkan kreativitas dan meningkatkan kemampuan akademik (Ningrum & Suryani, 2022). Proses pembelajaran pada kurikulum 2013 juga memerlukan peserta didik mempunyai kemampuan berpikir kreatif. Implementasi Kurikulum Merdeka dan Perangkat Pembelajaran Terbuka memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi minat dan bakat mereka secara lebih bebas (Permana, 2023). Dengan memiliki kemampuan berpikir kreatif yang baik, peserta didik akan dapat mengingat dan memahami konsep pada materi yang diajarkan serta dapat menyelesaikan berbagai macam tipe soal fisika dengan penyelesaian yang beragam.

Kemampuan berpikir kreatif diperlukan dalam proses pembelajaran. Keterampilan berpikir kreatif yaitu keterampilan yang ada dalam diri seseorang untuk mengembangkan pola berpikir yang mencakup keterampilan berpikir lancar, luwes, menemukan ide-ide baru, dan mampu mengelaborasi setiap permasalahan. Berpikir kreatif melibatkan identifikasi masalah, menemukan solusi, mengevaluasinya, dan mengkomunikasikan hasil. Bahkan, lingkungan belajar yang kreatif mempengaruhi prestasi akademik, motivasi, keterlibatan, dan keterampilan berpikir (Azhary & Wiyono, 2020). Keterampilan berpikir kreatif sangat

dibutuhkan oleh peserta didik untuk menjadi individu yang dapat memecahkan masalah, berani mengambil resiko, dan termotivasi untuk belajar. Berpikir kreatif bukan hanya sebatas kemampuan untuk menghasilkan sesuatu, baik yang sifatnya baru ataupun dengan mengkombinasi. Namun, proses berpikir yang dapat membimbing siswa untuk mencoba menentukan cara dan metode baru untuk memecahkan masalah melalui proses menyenangkan dengan melakukan aktivitas yang kreatif (Sativa et al., 2022). Upaya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik, tenaga pendidik perlu menciptakan lingkungan belajar yang tidak otoriter dimana peserta didik dapat dengan mudah mengungkapkan ide-ide mereka, mengajukan pertanyaan atau menghasilkan pertanyaan mereka sendiri (Sari et al., 2023). Dalam proses pembelajaran kegiatan praktikum, kemampuan berpikir kreatif sangat berkaitan dengan keterampilan proses sains peserta didik. Pembelajaran berbasis STEM juga dapat mendukung kurikulum pembelajaran mandiri yang telah mengantisipasi perkembangan kehidupan dan sains untuk menyongsong abad ke-21. Ditandai dengan percepatan implementasi transformasi digital dalam inovasi pembelajaran yang dapat menghasilkan peserta didik yang berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif atau biasa disebut dengan 4C (critical thinking, creativity, collaboration, and communication) (Sury et al., 2022).

Masih banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam berpikir kreatif pada proses pembelajaran maupun pengerjaan soal. (Wiyono, 2013) menyatakan setiap manusia memiliki delapan jenis kecerdasan dengan tingkat kombinasi yang bervariasi dan juga peserta didik masih kurang terampil dalam menyelesaikan masalah dengan berbagai macam variasi, karena kurangnya pelatihan tentang berpikir kreatif dalam penyelesaian soal. Selain itu, masih banyak peserta didik yang kurang menyukai pembelajaran fisika sehingga menyebabkan siswa cenderung untuk meniru jawaban teman sekelas tanpa memahami jawaban tersebut benar atau salah. Dengan kebiasaan peserta didik meniru jawaban teman mengakibatkan kurangnya kesempatan siswa untuk mencoba melatih kemampuan berpikirnya, sehingga kemampuan berpikir kreatif kurang dikuasai oleh peserta didik. Menurut (Azzahra et al., 2022) rendahnya kemampuan berpikir kreatif

disebabkan oleh pembelajaran yang masih monoton seperti sekolah pada umumnya. Dalam hal ini siswa lebih sering bersifat pasif sehingga dalam pembelajaran hanya mengikuti contoh dari guru tanpa memahami secara keseluruhan yang diajarkan oleh guru. Karena bagi siswa dengan contoh soal yang diberikan guru pada saat proses pembelajaran sudah cukup sehingga siswa tidak mencari model-model soal yang lainnya.

Bahan ajar merupakan alat untuk menyampaikan atau mengantarkan pesan dalam pembelajaran. Media juga dapat diartikan sebagai mediator yang mempunyai peran dan fungsi untuk mengatur hubungan yang efektif antara dua pihak utama dalam proses belajar mengajar antara guru dan peserta didik. Media adalah alat atau perantara, dalam hal pendidikan maka dapat diartikan alat dan bahan yang digunakan dalam proses pengajaran atau pembelajaran (Arlen et al., 2020). Perlu diketahui bahwa media pembelajaran sangat penting penggunaannya dalam proses belajar mengajar, karena dengan adanya media pembelajaran siswa dibantu untuk semangat belajar yang akhirnya siswa termotivasi dan membangkitkan minat belajar bahkan dapat membawa pengaruh terhadap jiwa psikologis siswa. Proses pembelajaran yang menggunakan bahan ajar yang memadai mampu mengikuti perkembangan teknologi dan tuntutan zaman (Nesti et al., 2022). Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat di era globalisasi saat ini memiliki pengaruh yang besar terhadap dunia pendidikan. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin mendorong upaya atau inisiatif baru dalam penggunaan hasil teknologi dalam pendidikan, Kesulitan dalam proses pembelajaran fisika sebenarnya dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi secara optimal (Nadori & Hoyi, 2021). Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan adalah dengan melakukan pengembangan media pembelajaran.

STEM merupakan gabungan antara pengetahuan (Science), keterampilan mendesain sebuah karya (Engineering) dan menyusun secara sistematis dan logis (Mathematics) yang dapat digunakan untuk menjawab masalah dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan kemajuan teknologi saat ini tujuan pendekatan STEM untuk menumbuhkan pengetahuan, pemahaman konseptual, dan keterampilan berpikir kritis (Sastra et al., 2022). Kelebihan STEM yang dapat

menjawab masalah sehari-hari serta pendekatan ini sesuai dengan maraknya perkembangan teknologi saat ini. Pendekatan STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran kooperatif terdiri dari bagian pembelajaran konstruktivisme, dimana mahasiswa secara aktif akan membangun pengetahuan dan pemahamannya sendiri melalui proyek. Proyek yang diberikan pada pembelajaran dengan pendekatan STEM menuntut siswa untuk dapat memahami suatu pembelajaran sebagai science, memanfaatkan teknologi yang sedang berkembang untuk menemukan konsep secara inkuiri, kemudian disajikan dengan memperhatikan etika dan estetika sebagai seni dan menampilkan bentuk-bentuk materi dengan manifestasi. STEM dikaitkan dengan pengembangan pembelajaran dalam mempromosikan keterampilan abad ke-21 (Ayu et al., 2021). Dengan pembelajaran berbasis STEM siswa ditantang untuk kritis, kreatif dan inovatif dalam memecahkan masalah nyata, melibatkan kegiatan kelompok secara kolaborasi.

Bahan ajar merupakan salah satu komponen yang penting untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran adalah sarana yang mampu menyampaikan informasi berupa materi-materi pembelajaran dari guru kepada siswa dan dapat menentukan keberhasilan proses pembelajaran. Lebih lanjut, pentingnya penggunaan media pembelajaran adalah mampu meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. Hal ini akan memicu pembelajaran yang efektif dan hasil belajar yang optimal. Salah satu upaya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif adalah dengan menerapkan model atau pendekatan pembelajaran yang inovatif (Saefullah et al., 2021). Salah satu media pembelajaran yang dapat diterapkan yaitu e-modul.

E-modul dapat menampilkan berbagai bentuk inovasi, seperti video animasi, gambar, suara, warna tulisan, soal dalam bentuk teka-teki dan studi kasus yang berkaitan dengan lingkungan sekitar. perangkat lunak yang dapat diakses melalui telepon genggam (smartphone) diperlukan untuk membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan efektif. E-modul mengacu pada bahan ajar yang didistribusikan secara elektronik yang bersifat virtual, portabel, terjangkau, dan dapat diakses langsung dari laptop, ponsel, dan perangkat seluler lainnya. Selain itu, terdapat kuis yang bisa dikerjakan langsung oleh siswa dan akan memberi

umpan balik setelah mengerjakan kuis. Sejalan dengan penelitian (Usparianti et al., 2023), dengan media, siswa dapat mengakses sumber belajar yang lebih kaya dan bervariasi. Hal ini karena modul dapat mengintegrasikan berbagai konten seperti gambar, video, audio, simulasi, dan teks yang menawarkan informasi tambahan contoh nyata dan teks dengan variasi warna atau gerakan yang diterapkan dalam pembelajaran. Pembelajaran menggunakan *e-modul* menyajikan informasi dengan desain menarik dan dilengkapi dengan materi yang akan dipelajari. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan (Hadiati & Pramuda, 2021) efektivitas *e-modul* praktikum berdampak pada keberhasilan bisnis atau pada hasil pembelajaran dengan pengembangan modul yang disajikan secara elektronik dapat membuat proses pembelajaran lebih menarik dan memberi semangat belajar terhadap siswa untuk lebih mudah memahami materi.

Berbagai fenomena lingkungan sekitar akan sangat mudah dipahami oleh peserta didik apabila hal tersebut terdapat atau terjadi di lingkungan sekitar peserta didik. Lingkungan sekitar dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran siswa. Di kota Palembang terdapat transportasi umum yang diluncurkan sejak 2018 dengan menghubungkan berbagai titik penting yang ada di Palembang yaitu *light right transport* (LRT). LRT dapat dijadikan konteks pembelajaran khususnya lingkungan sekolah yang berdekatan dengan jalur lintasan, karena siswa akan lebih memahami pembelajaran jika dikaitkan dengan lingkungan sekitar. Hasil dari penelitian (Tyas & Hardini, 2020) didapatkan bahwa pendidikan lingkungan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi yang efektif dalam upaya pembelajaran yang disesuaikan dengan lingkungan sekitar setempat dapat memudahkan peserta didik untuk mengaitkan dengan lingkungan hidup mereka sendiri. Selain itu, mampu menghasilkan proses pembelajaran yang lebih bermakna serta menjaga kelestarian budaya sekitar. Pembelajaran yang dikaitkan dengan lingkungan sekitar memberikan kesan yang kontekstual dalam pembelajaran dan siswa mudah memahami materi yang diajarkan (Issn et al., 2020). Fisika merupakan salah satu dari sekian banyak mata pelajaran yang selalu dianggap sulit dan membosankan untuk dipelajari. Pada umumnya peserta didik selalu mengalami kesulitan karena harus memahami rumus dan mengaplikasikannya ke dalam suatu perhitungan,

Persepsi negatif siswa secara langsung atau tidak langsung sudah berpengaruh (Ishartono & Nurcahyo, 2021). Pendidik harus mampu menyusun strategi pembelajaran sebaik mungkin agar peserta didik dapat mengalami berbagai macam pengalaman pada saat proses pembelajaran. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk memotivasi dan membimbing peserta didik agar dapat menggunakan ilmunya secara efektif dan tanggap.

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang dilakukan pada mahasiswa yang telah melakukan pembelajaran listrik dengan menggunakan angket berupa *googleform* (<https://forms.gle/Jd7Hp57DhtSGkWFc7>) sebanyak 54 mahasiswa. Berdasarkan survey dari angket yang disebarkan diketahui bahwa sebanyak 55,6% siswa menggunakan handphone sebagai perangkat elektronik yang digunakan sehari-hari, sebanyak 46,3% siswa menggunakan perangkat elektronik selama lebih dari 5 jam sehari, 48,1% menggunakannya selama 2-5 jam dan hanya ada 5,6% yang menggunakan perangkat elektronik selama 1-2 jam sehari. Lalu ada 27,8% siswa menyatakan bahwa pembelajaran fisika yang mereka dapatkan di sekolah menggunakan bahan ajar berbentuk cetak dan elektronik, 37% menyatakan hanya menggunakan cetak dan 35,2% hanya menggunakan elektronik. Selain itu ada sebanyak 66,7% siswa yang menyatakan bahwa bahan ajar berupa e-modul yang menarik menurut mereka merupakan e-modul yang dikaitkan dengan kegiatan atau peristiwa yang dekat dengan kehidupan sehari-hari mereka, lalu sebanyak 57,4% siswa menyatakan bahwa mereka menganggap e-modul yang memiliki bahasa yang komunikatif merupakan e-modul yang mudah dan menarik dan ada 70,4% siswa yang juga berpendapat bahwa e-modul yang menarik adalah yang memuat banyak gambar. Lalu ada sebanyak 66,4% peserta didik yang menyatakan bahwa mengaitkan materi fisika yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari merupakan salah satu cara agar materi lebih mudah dipahami ketika proses pembelajaran berlangsung

Novi , Rusmansyah, (2024) pada penelitiannya menyatakan bahwa *e-modul* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang dilihat dari hasil *pretest* dengan nilai 31,02 dan memperoleh nilai *posttest* sebesar 83,18 sehingga mencapai peningkatan pada kategori tinggi. Sejalan dengan penelitian

yang dilakukan oleh (Romayanti et al., 2020) bahwa *e-modul* yang telah diberikan memudahkan dalam proses pembelajaran, materinya jelas dan mudah dipahami, adanya video praktikum yang sangat membantu, *e-modul* menarik untuk dipelajari, dan *e-modul* yang diberikan dapat membuat belajar secara mandiri baik didalam kelas maupun diluar kelas.

Berdasarkan uraian dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan mengenai pengembangan bahan ajar fisika serta analisis kebutuhan yang telah dilakukan, peneliti tertarik untuk mengembangkan *e-modul* yang berbasis STEM pada konteks LRT Palembang pada materi fisika dengan judul “**Pengembangan E-Modul Fisika Materi Listrik Arus Bolak-balik Berbasis STEM pada Konteks Light Rail Transit (LRT) Untuk Melatih Kreatif Siswa**”

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT untuk melatih kemampuan berpikir kreatif siswa Sekolah Menengah Atas yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT untuk melatih kemampuan berpikir kreatif siswa Sekolah Menengah Atas yang praktis?
3. Bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT dapat melatih kemampuan berpikir kreatif siswa Sekolah Menengah Atas yang efektif?

1.3.Tujuan Pengembangan

Tujuan penelitian pengembangan ini antara lain sebagai berikut :

1. Menghasilkan E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT untuk melatih kemampuan berpikir kreatif siswa Sekolah Menengah Atas yang valid.
2. Menghasilkan E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT untuk melatih kemampuan berpikir kreatif siswa Sekolah Menengah Atas yang praktis.
3. Mengetahui E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT untuk melatih kemampuan berpikir kreatif siswa Sekolah Menengah Atas yang efektif.

1.4.Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan adalah e-modul berbasis STEM pada konteks LRT Palembang
2. Materi Fisika yang digunakan terbatas pada materi listrik arus bolak-balik.

1.5. Manfaat Pengembangan

E-Modul berbasis STEM pada konteks LRT yang dikembangkan diharapkan dapat membantu siswa dan guru dalam mendapatkan bahan ajar berupa *E-Modul* yang sesuai dan nantinya dapat membantu melatih keterampilan kreatif siswa dan dapat membantu siswa dalam memahami materi serta konsep fisika secara mudah dan juga membuat siswa dapat lebih peduli terhadap lingkungan dengan cara memperkenalkan lingkungan sekitar kedalam bahan ajar yang mereka gunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran* (A. Holid (ed.); 1st ed.). PT Remaja Rosdakarya.
- Alfi, A. S., L.R. Retno Susanti, & Sardianto Markos Siahaan. (2021). Development of Multimedia Interactive Learning of Hydrosphere Material for High School. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.21009/jtp.v23i1.18579>
- Antika, R. N., & Nawawi, S. (2017). The Effect of Project Based Learning Model in Seminar Course to Student's Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1), 72. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i1.3905>
- Anzelina, D. E. (2023). Potensi Kearifan Lokal Sumatera Selatan sebagai Basis Media Pembelajaran Kontekstual Biologi SMA. *Journal of Nusantara Education*, 2(2), 53–63. <https://doi.org/doi.org/10.57176/jn.v2i2.51>
- Aransyah, M. F., Fourqoniah, F., & Riani, L. P. (2023). Enhancing the Student Entrepreneurship Education Model Using Design Thinking and Lean Canvas Approaches. *Journal of Social Studies Education Research*, 14(2), 195–216.
- Arlen, S. R., Astuti, I. A. D., Fatahillah, F., & Purwanti, P. (2020). Pengaruh Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Aplikasi Appypie Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa di SMK. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 1(1), 44–49. <https://doi.org/10.30998/sch.v1i1.3073>
- Asyhari, A., & Diani, R. (2017). Pembelajaran fisika berbasis web enhanced course: mengembangkan web-logs pembelajaran fisika dasar I. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4(1), 13. <https://doi.org/10.21831/jitp.v4i1.13435>
- Ayu, M., Erina, N., Krisnaningsih, E., Suprpto, N., & Deta, U. A. (2021). *Project-Based Learning (PjBL) -STEM : Bibliometric Analysis and Research Trends (2016-2020)*. 9(3). <https://doi.org/10.20527/bipf.v9i3.11184>
- Azairok, M., Sriyanti, I., & Wiyono, K. (2023). Analysis of Needs for E-Modules based Problem Based Learning on Renewable Energy Materials to Improve Creative Thinking Skills of SMA Negeri 1 Namang Students. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.31258/jgs.11.1.27-34>
- 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, S., Khasanah, N. I., Kurniawan, D. A., Maison, Gunawan, Wibisono, Sari, D. P., & Nasution, O. S. M. (2022). Analisis Minat Belajar Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Website sebagai Media Pembelajaran di SMAN 8 Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(Juni 2022), 192–197. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.557>
- Cahyani, A. E. M., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas E-Modul Project Based Learning Berintegrasi STEM Terhadap Kreativitas Siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i1.1774>
- Cañizares, M. T. B., & Botas, F. J. S. (2021). Changes in the teaching methodology and the study of the adaptation of students to the new technology: From the canvas methodology to the accentuation of the flipped methodology. *8th*

- International Conference on Educational Technologies 2021, ICEDuTech 2021 and 17th International Conference on Mobile Learning 2021, ML 2021*, 150–160. https://doi.org/10.33965/ml_icedutech2021_202102l019
- Charlina, C., Septyanti, E., Mustika, T. P., Rahmi, A., & Info, A. (2022). *Electronic module as learning needs to write exposition texts for junior high school students*. 16(2). <https://doi.org/10.11591/edulearn.v16i2.20402>
- Dani., Khairunnisa, & W. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM dan Kearifan Lokal: Studi Validitas dan Kepraktisan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 45–60. <https://doi.org/10.1234/jpf.2022.1002.45>
- Dani, R., Jufrida, J., Basuki, F. R., & Aprily, U. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Kearifan Lokal Materi Momentum Dan Impuls Sma Kelas X. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 2(April), 32–46. <https://doi.org/10.30631/psej.v2i1.1290>
- Delita, F., Berutu, N., & Nofrion. (2022). Online Learning: the Effects of Using E-Modules on Self-Efficacy, Motivation and Learning Outcomes. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(4), 0–3. <https://doi.org/10.17718/tojde.1182760>
- Dermawan, D. D., & Andartiani, K. (2022). Worksheets Electronic Development of STEAM-Based to Improve Students' Creative Thinking Ability. *Hipotenusa: Journal of Mathematical Society*, 4(1), 71–81. <https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v4i1.7213>
- Dibyantini, R. E., & Sulastri. (2023). Pengembangan bahan ajar e-modul berbasis masalah terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi laju reaksi. *Educenter: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 2(3), 337–342. <https://doi.org/10.55904/educenter.v2i3.196>
- Dixon, N., & Packwood, A. (2023). Personalised learning paths for information literacy using Canvas MasteryPaths. *Journal of Information Literacy*, 17(1), 105–119. <https://doi.org/10.11645/17.1.3343>
- Fauzi, A. (2022). Implementasi kurikulum Merdeka di sekolah penggerak (Studi kasus pada SMAN 1 Pengaron Kabupaten Banjar). *Jurnal Pahlawan*, 18(2), 18–22. <https://ojs.uvayabjm.ac.id/index.php/pahlawan/>
- Grosemans, I., Smet, K., Houben, E., De Cuyper, N., & Kyndt, E. (2020). Development and validation of an instrument to measure work-related learning. *Scandinavian Journal of Work and Organizational Psychology*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.16993/SJWOP.99>
- Hadiati, S., & Pramuda, A. (2021). *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika Development of Arduino-Based Electrical Practicum e-Module*. 14(2), 120–126.
- Hamid, A. (2021). Pentingnya Mengembangkan E-Modul Interaktif Berbasis Flipbook di Sekolah Menengah Atas. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 911–918. <https://edukatif.org/index.php/edukatif/index>
- Harjanto, A., Rustandi, A., & Caroline, J. A. (2023). Implementasi Model Pengembangan 4D Dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Berbasis Online Pada Mata Pelajaran Pemrograman Web di SMK Negeri 7 Samarinda. *Jurnal SIMADA (Sistem Informasi Dan Manajemen Basis Data)*, 5(2), 1–12. <https://doi.org/10.30873/simada.v5i2.3412>

- Hartanto, H., Marlina, L., & Wiyono, K. (2021). Pengembangan E-Schoolology Materi Getaran dan Gelombang untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(2), 211. <https://doi.org/10.20527/jipf.v5i2.3759>
- Illiyyin, Fajriah, N., & Suryaningsih, Y. (2023). *Pengembangan Modul Ajar pada Materi Perbandingan dengan Konteks Budaya Banjar*. 1.
- Imaduddin, I., & Sundi, V. H. (2024). *Penggunaan Bahan Ajar Tematik Berbasis Kearifan Lokal Guna Meningkatkan Semangat Belajar Siswa*. 887–894.
- Ishartono, N., & Nurcahyo, A. (2021). Peningkatan Kompetensi Pembelajaran Berbasis Digital Bagi Guru Matematika Sma Muhammadiyah Se-Kabupaten Klaten. *KOMMAS: Jurnal*, 2017, 44–54. <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/kommas/article/view/11120%0Ahttp://openjournal.unpam.ac.id/index.php/kommas/article/viewFile/11120/7605>
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh Penerapan STEM Project - Based Learning terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264–272. <http://idealmathede.p4tkmatematika.org>
- Issn, E.-, Belajar, H., & Siswa, K. (2020). *BASED ON LOCAL WISDOM TO ENHANCE STUDENT*. 1(1), 35–42.
- Johan, J. R., Iriani, T., & Maulana, A. (2023). Penerapan Model Four-D dalam Pengembangan Media Video Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil dan Perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(06), 372–378. <https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i6.455>
- Kaukaba, S. Q., Nora, N., Fattikasari, D. W., Rizqiyah, D. Z., & Lutfi, A. (2022). Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbantuan Aplikasi Phet Pada Materi Asam Basa Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *UNESA Journal of Chemical Education*, 11(2), 143–157. <https://doi.org/10.26740/ujced.v11n2.p143-157>
- Khotimah, M. H., Wiyono, K., Sriyanti, I., Farahwahidah, N., & Rahman, A. (2025). *Enhancing Collaboration Skills Through STEM-Based e-LKPD: Integrating Palembang 's Local Wisdom into Learning*. 13(2), 609–622.
- Lesmono, A. D., Wahyuni, S., & Alfiana, R. D. N. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berupa Komik Pada Materi Cahaya di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(1), 100–105.
- Lubis, S. J., Widyastika, D., Sitorus, R. H., & Medan, U. B. (2022). School Education Journal Pgsd Fip Unimed. *SEJ (School Education Journal)*, 12(1), 57–63. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/>
- 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>
- Mustafa, P. S., & Dwiyoogo, W. D. (2020). Kurikulum Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan di Indonesia Abad 21. *JARTIKA Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan*, 3(2), 422–438. <https://doi.org/10.36765/jartika.v3i2.268>
- Muzijah, R., Wati, M., & Mahtari, S. (2020). Pengembangan E-modul

- Menggunakan Aplikasi Exe-Learning untuk Melatih Literasi Sains. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(2), 89. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i2.2056>
- Nadori, S., & Hoyi, R. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Software Aurora 3D Materi Pengukuran. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, 1(3), 78–82. <https://doi.org/10.37251/jee.v1i3.138>
- Nazhifah, N., Ismet, & Wiyono, K. (2024). Needs Analysis of STEM-based E-learning to Improve Students' Creative Thinking Skills. *AIP Conference Proceedings*, 3052(1). <https://doi.org/10.1063/5.0201019>
- Nesti, E. W., Medriati, R., & Purwanto, A. (2022). Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Aplikasi Lectora Inspire. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 379. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5144>
- Ningrum, A. R., & Suryani, Y. (2022). Peran Guru Penggerak dalam Kurikulum Merdeka Belajar. *AR-RIAYAH: Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(2), 219. <https://doi.org/10.29240/jpd.v6i2.5432>
- Novi, Rusmansyah, M. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Asam Basa di MAN Katingan. 3(11), 4671–4682.
- Nuridin, A. N. (2017). Analisis Hubungan Kemampuan Numerik Dengan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XII IPA SMA Muhammadiyah Di Makassar. *Jl. Urip Sumiharjo No*, 5, 193–204.
- Oktaviara, R. A., & Pahlevi, T. (2019). Pengembangan e-modul berbantuan kvisoft flipbook maker berbasis pendekatan saintifik pada materi menerapkan pengoperasian aplikasi pengolah kata kelas x otkp 3 SMKN 2 Blitar. *Jurnal Pendidikan Perkantoran*, 7(3), 60–65. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/JPAPUNESA/article/view/29542>
- Permana, G. (2023). Implementasi Konsep Kurikulum Merdeka dan Perangkat Pembelajaran Terbuka dalam Meningkatkan Kreativitas dan Kemandirian Peserta Didik. *Conference of Elementary School*, 292–301.
- Prahani, B. K., Rizky, I. A., Nisa, K., Citra, N. F., Alhusni, H. Z., & Wibowo, F. C. (2022). Implementation Of Online Problem-Based Learning Assisted By Digital Book With 3d Animations To Improve Student ' S Physics Problem-Solving Skills In Magnetic. 12(2), 379–396.
- Prasetyo, U., Astuti, I. A. D., Dasmo, D., & Noor, I. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Blog Pada Konsep Momentum Dan Impuls. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 1(2), 155–161. <https://doi.org/10.30998/sch.v1i2.3150>
- Pratiwi, S. M. V., Wiyono, K., & Ismet, I. (2025). Integrating Palembang's Local Wisdom into a STEM-Based e-Module on Particle Dynamics to Foster Students' Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(September), 723–731.
- Prihaswati, M., Yuliani, I., Purnomo, E. A., Adnan, M., & Khasanah, U. (2023). Desain E-Lkpd Berbasis Stem Tema Kearifan Lokal Bernuansa Pendidikan Karakter Materi Lingkaran. *JIPMat*, 8(2), 151–162. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v8i2.15489>

- Riski, M., Bentri, A., Eldarni, E., & Yusri, M. A. K. (2023). Pengembangan E-Modul Pada Materi Pengetahuan Dasar Pemetaan Pada Mata Pelajaran Geografi Kelas X Di Sma. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7, 1748–1757.
- Rizaldi, D. R., Sudarsono, S., & Fatimah, Z. (2022). Integrasi Pendekatan Re-Seat (Religion, Science, Engineering, Art, and Technology) Dalam Proses Pembelajaran Fisika Abad Ke-21. *Widyadewata*, 5(2), 138–150. <https://doi.org/10.47655/widyadewata.v5i2.82>
- Rohman, A., & Husna, H. (2021). Pengaruh Penerapan Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM Terhadap Berpikir Kreatif Ditinjau Dari Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA Pada Materi Dinamika Rotasi Effect of Project Based Learning Model Integration With STEAM on Creative Thinking Ba. *Jpft*, 9(1), 15–21. <http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft>
- Romayanti, C., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). *PENGEMBANGAN E-MODUL KIMIA BERBASIS KEMAMPUAN*. 4(1), 51–58.
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., & Ayu, D. (2021). *Implementation of PjBL-STEM to Improve Students ' Creative Thinking Skills On Static Fluid Topic*. 6(2), 149–157. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i2.1805>
- Sahjat, S. (2023). *Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Pdf Corporate Materi Momentum Dan Impuls Untuk Siswa Kelas X IPA*. 1(5).
- Santiana, S., Margana, M., Putro, N. H. P. S., & Widodo, P. (2024). Students's Attitudes Toward the Use of CANVAS in the EFL Virtual Learning Environment. *International Journal of Language Education*, 8(2), 267–290. <https://doi.org/10.26858/ijole.v8i2.30813>
- Sari, D. P., Rasmi, D. P., & Hendri, M. (2023). Analisis Kreativitas Siswa pada Mata Pelajaran Fisika Materi Momentum dan Impuls Kelas X IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 183–187. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.855>
- Sari, D. P., Wiyono, K., & Siahaan, S. M. (2025). *STEM-BASED E-MODULES: THE KEY TO UNLOCKING STUDENT CREATIVITY IN THE DIGITAL AGE*. 10(1), 87–94. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v10i1.41917>
- Sastra, M., Putri, P. Z., Jalis, Pratama, Y. J., Fredy, & Desnita, D. (2022). Meta-Analysis of the Effect of STEM Approach on Students' Creative and Critical Thinking Skills in Physics Learning in Senior High School. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 61. <https://doi.org/10.31258/jgs.10.1.61-73>
- Sativa, H., Wiyono, K., & Leni Marlina. (2022). Pengembangan E-Learning Materi Usaha Dan Pesawat Sederhana Untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kreatif Siswa SMP. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya*, 6(1), 11–19.
- Sijabat, D., Thesalonika, E., & Sitanggang, M. O. (2024). Pengaruh Metode Diskusi Berbasis Kearifan Lokal terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa SD. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(4), 4176–4184. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i4.7454>
- Sugiyono, P. D. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. alfabeta Cetakan ke 1 tahun 2018.
- Sulisetijono, S., Sunarmi, S., & Nur, A. (2023). *The effectiveness of AR e-module of flower structure material on biology students ' science literacy*. 9(2), 217–224.

- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-stem project-based learning: Its impact to critical and creative thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Sury, K., Wiyono, K., & Siahaan, S. M. (2022). Effectiveness of Using E-learning at STEM-based Physics Learning to Improve Communication Skills of High School Students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 539. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.5781>
- Tampubolon, M. L. V., & Sipahutar, H. (2024). Development of project-based modules to improve learning outcomes, critical thinking and problem-solving skills. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 531–541. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.32958>
- Triago, I., Bisnis, P. M., Manajemen, P. S., Petra, U. K., & Siwalankerto, J. (2013). *Studi Deskriptif Penerapan Prinsip Good Corporate Governance Pada Perusahaan Keluarga Kontraktor Konstruksi Air Bersih Dan Jalan Raya*. 1(3).
- Tyas, A., & Hardini, A. (2020). *Mewujudkan Sekolah Peduli Dan Berbudaya Lingkungan Menggunakan Model Make A Match*. 10.
- Umami, R., Rusdi, M., & Kamid, K. (2021). Pengembangan instrumen tes untuk mengukur higher order thinking skills (HOTS) berorientasi programme for international student asesment (PISA) pada peserta didik. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika)*, 7(1), 57–68. <https://doi.org/10.37058/jp3m.v7i1.2069>
- Uspianti, Y., Marlina, L., & Wiyono, K. (2023). Analysis of Physics E-LKPD Needs Based on Problem-Based Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 9(1), 177–184. <https://doi.org/10.29303/jpft.v9i1.5093>
- Wanabuliandar, S. (2023). Effectiveness of Edutainment Module Based on Local Excellence of Pantai Utara Indonesia Reviewed from Students' Concept Understanding. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(3), 41–46. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.03.05>
- Wiyono, K. (2013). *Certificate of appreciation*. 3349, 396–396. <https://doi.org/10.1109/isscc.1986.1156961>
- Yaprak, Z. (2022). The Use of Canvas, A Learning Management System, to Reduce EFL Learners' Public Speaking Anxiety. *International Journal of Progressive Education*, 18(5), 333–347. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2022.467.20>