

**PENGEMBANGAN E-MODUL AJAR MATERI IMPULS DAN  
MOMENTUM BERBASIS STEM PADA OLAHRAGA  
KARATE UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN  
BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK SMA/MA**

**TESIS**

**oleh**

**R.A.Sania Noviana**

**NIM: 06052682327007**

**Program Studi Magister Pendidikan Fisika**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2025**

**PENGEMBANGAN E-MODUL AJAR MATERI IMPULS DAN  
MOMENTUM BERBASIS STEM PADA OLAAHRAGA KARATE  
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR  
KREATIF PESERTA DIDIK SMA/MA**

**TESIS**

**oleh**

**R.A.Sania Noviana**  
06052682327007

**Mengesahkan**

**Pembimbing 1**



**Prof. Dr. Ida Sriyanti, M.Si**  
NIP. 197811082001122002

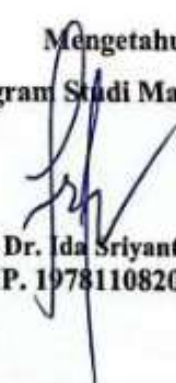
**Pembimbing 2**



**Dr. Wahyu Indra Bayu, M.Pd**  
NIP. 198801312019031011

**Mengetahui**

**Koordinator Program Studi Magister Pendidikan Fisika**



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

**PENGEMBANGAN E-MODUL AJAR MATERI IMPULS DAN  
MOMENTUM BERBASIS STEM PADA OLAHRAGA KARATE  
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR  
KREATIF PESERTA DIDIK SMA/MA**

**TESIS**

**Oleh :**

**R.A.Sania Noviana**

**NIM : 06052682327007**

**Program Studi Magister Pendidikan Fisika**

**Telah disajikan dan Lulus pada**

**Hari : Jumat**

**Tanggal : 18 Juli 2025**

**Mengesahkan**

**Pembimbing 1**



**Prof. Dr. Ida Sriyanti, M.Si**  
**NIP. 197811082001122002**

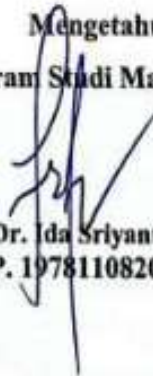
**Pembimbing 2**



**Dr. Wahyu Indra Bayu, M.Pd**  
**NIP. 198801312019031011**

**Mengetahui**

**Koordinator Program Studi Magister Pendidikan Fisika**



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



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : R.A. Sania Noviana

NIM : 06052682327007

Program Studi: Magister Pendidikan Fisika

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa tesis yang berjudul " Pengembangan E-Modul Ajar Materi Impuls dan Momentum Berbasis STEM Pada Olahraga Karate Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA/MA" 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 Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Indonesia 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



R.A. Sania Noviana

NIM 06052682327007

## **PRAKARTA**

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan E-Modul Ajar Materi Impuls dan Momentum Berbasis STEM pada Olahraga Karate untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA/MA”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Proses penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, doa, serta semangat yang diberikan oleh banyak pihak. Untuk itu, dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prof. Dr. Ida Sriyanti, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Wahyu Indra Bayu, M.Pd. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing, memberikan motivasi, serta arahan yang sangat berharga sepanjang proses penelitian dan penulisan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Hartono, M.A. sebagai Dekan FKIP Universitas Sriwijaya atas segala fasilitas dan dukungan yang diberikan selama menempuh studi. Selain itu, ucapan terima kasih juga di tujukan kepada Bapak Dr. Hamdi Akhsan, M.Si., Dr. Ketang Wiyono, M.Pd., dan Ibu Dr. Leni Marlina, M.Si sebagai dosen penguji yang telah berperan selama proses tesis hingga dapat diterima

Rasa penghargaan, syukur, dan cinta yang mendalam penulis haturkan kepada Mama, Papa, dan Adik tersayang yang telah menjadi sumber semangat dan kekuatan dalam menapaki setiap proses pembelajaran, hingga terasa sebagai pengalaman hidup yang begitu bermakna. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang kepada Mami Masayu Rogaya, B.A, Mamanda Ujang Godung, Kakanda Kemas Muhammad Fauzi, S.T dan keluarga besar Nenek Hj. Isnaini Syamsiryah, M.Pd atas dukungan moral yang tidak pernah terputus. Ucapan terima kasih yang tidak kalah penting penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Rahmad Guntoro, S.E., M.M. dan Ibu Wahyu, S.E. sebagai Kepala Yayasan Pendidikan Lambang Budi Bakti Alumnika yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada penulis untuk melanjutkan studi ke jenjang magister. Kepada keluarga besar

Program Pascasarjana Magister Pendidikan Fisika, khususnya Kak Siska, Dariah, Kak Rama, Yora, Dany, Selvi, Kak Silvi, dan rekan-rekan lainnya, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, semangat, dan diskusi-diskusi yang bermanfaat sepanjang perjalanan studi. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada rekan-rekan di Sekolah Alumnika Palembang, khususnya Ibu Endang, Ibu Muraqobah, Miss Windi, dan seluruh civitas Sekolah Alumnika Palembang yang telah memberikan dukungan selama proses perkuliahan dan penelitian berlangsung. Penulis juga menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada Bapak Anwar Sadat, M.Si kepala sekolah SMAN 22 Palembang beserta seluruh guru dan peserta didik kelas XI yang telah bersedia menjadi subjek dalam penelitian ini dan memberikan kontribusi nyata terhadap keberhasilan studi ini. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, khususnya dalam upaya pengembangan bahan ajar fisika yang inovatif, kontekstual, dan mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

Palembang, Juli 2025

Penulis

R.A.Sania Noviana

NIM. 06052682327007

## DAFTAR ISI

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                                                                | <b>ii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN .....</b>                                                                 | <b>iv</b>  |
| <b>PRAKARTA .....</b>                                                                         | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                       | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                                     | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                                    | <b>xi</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                                          | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                                                 | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                      | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                                     | 5          |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                                    | 5          |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                                                                   | 5          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                          | <b>7</b>   |
| 2.1 Bahan Ajar.....                                                                           | 7          |
| 2.2 Jenis dan Karakteristik Bahan ajar .....                                                  | 8          |
| 2.3 E-Modul .....                                                                             | 9          |
| 2.4 <i>Heyzine Flipbooks</i> .....                                                            | 11         |
| 2.5 STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, Mathematics</i> ).....                        | 11         |
| 2.6 Keterampilan Berpikir Kreatif .....                                                       | 15         |
| 2.7 Impuls dan Momentum Pembelajaran Fiska Pada Olahraga Karate.....                          | 16         |
| 2.7.1 Konsep Impuls dan Momentum.....                                                         | 16         |
| 2.7.2 Hukum Kekekalan Momentum .....                                                          | 19         |
| 2.7.3 Integrasi Materi Impuls dan Momentum dalam Olahraga Karate.....                         | 19         |
| 2.7.3.1 Pukulan Cepat ( <i>Jab</i> ).....                                                     | 19         |
| 2.7.3.2 Tendangan ( <i>Kick</i> ) .....                                                       | 21         |
| 2.7.3.2 Pertahanan ( <i>Block</i> ) .....                                                     | 22         |
| 2.8 Analisis Materi Impuls dan Momentum pada Olahraga Karate Berbasis Pembelajaran STEM ..... | 25         |
| 2.9 Penelitian yang Relevan .....                                                             | 26         |
| 2.10 Kerangka Berpikir .....                                                                  | 28         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                                        | <b>29</b>  |

|                                          |                                                               |           |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1                                      | Jenis Penelitian .....                                        | 29        |
| 3.2                                      | Subjek Penelitian.....                                        | 29        |
| 3.3                                      | Waktu dan Tempat Penelitian .....                             | 29        |
| 3.4                                      | Prosedur Penelitian.....                                      | 30        |
| 3.4.1                                    | Tahapan Pendefinisian .....                                   | 30        |
| 3.4.2                                    | Tahapan Perancangan .....                                     | 30        |
| 3.4.3                                    | Tahapan Pengembangan .....                                    | 31        |
| 3.4.4                                    | Tahapan Penyebarluasan .....                                  | 31        |
| 3.5                                      | Teknik Pengumpulan Data .....                                 | 32        |
| 3.5.1                                    | Lembar Validasi .....                                         | 32        |
| 3.5.2                                    | Angket atau Kuisisioner .....                                 | 33        |
| 3.5.3                                    | Tes .....                                                     | 33        |
| 3.6                                      | Teknik Analisis Data .....                                    | 34        |
| 3.6.1                                    | Analisis Uji Validasi .....                                   | 34        |
| 3.6.2                                    | Analisis Uji Praktis .....                                    | 36        |
| 3.6.3                                    | Analisis Uji Efektivitas .....                                | 37        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |                                                               | <b>39</b> |
| 4.1                                      | Hasil Penelitian.....                                         | 39        |
| 4.1.1                                    | Hasil Tahap <i>Define</i> (Pendefinisian) .....               | 39        |
| 4.1.1.1                                  | Analisis Kebutuhan .....                                      | 39        |
| 4.1.1.2                                  | Analisis Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran .....   | 47        |
| 4.1.2                                    | Hasil Tahap <i>Design</i> (Perancangan).....                  | 48        |
| 4.1.2.1                                  | Penyusunan Kerangka E-modul.....                              | 49        |
| 4.1.2.2                                  | Perancangan format dan tampilan e-modul .....                 | 50        |
| 4.1.2.3                                  | Pengintegrasian Materi Impuls dan Momentem dalam Karate ..... | 53        |
| 4.1.2.4                                  | Pengintegrasian Pendekatan STEM.....                          | 56        |
| 4.1.3                                    | Tahap <i>Develop</i> (Pengembangan) .....                     | 57        |
| 4.1.3.1                                  | Hasil Validasi Ahli .....                                     | 57        |
| 4.1.3.2                                  | Hasil Tahap <i>One to One Evaluation</i> .....                | 67        |
| 4.1.3.3                                  | Hasil Tahap <i>Small Group Evaluation</i> .....               | 72        |
| 4.1.3.4                                  | Analisis Data Tes.....                                        | 76        |
| 4.1.4                                    | Tahap <i>Disseminate</i> (Penyebaran).....                    | 78        |

|                                         |                                            |           |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|
| 4.2                                     | Pembahasan .....                           | 79        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                            | <b>84</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan .....                           | 84        |
| 5.2                                     | Saran .....                                | 85        |
| 5.2.1                                   | Bagi Guru Fisika .....                     | 85        |
| 5.2.2                                   | Bagi Sekolah dan Pengambil Kebijakan ..... | 85        |
| 5.2.3                                   | Bagi Peneliti Selanjutnya .....            | 85        |
| 5.2.4                                   | Bagi Peserta didik .....                   | 85        |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                   |                                            | <b>99</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Perbedaan Antara E-Modul dengan Modul Cetak.....                                      | 9  |
| Tabel 2. 2 Kelebihan dan kekurangan E-modul .....                                                | 10 |
| Tabel 2. 3 Keunggulan Heyzine Flipbooks .....                                                    | 11 |
| Tabel 2. 4 Kemampuan Berpikir Kreatif.....                                                       | 16 |
| Tabel 2. 5 Penjabaran Komponen STEM dalam Konsep Impuls dan Momentum dalam Olahraga Karate ..... | 17 |
| Tabel 3. 1 Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Materi.....                                         | 33 |
| Tabel 3. 2 Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Media .....                                         | 33 |
| Tabel 3. 3 Kisi-kisi Angket Responden (Peserta Didik) .....                                      | 33 |
| Tabel 3. 4 Kriteria Penilaian Angket Responden .....                                             | 35 |
| Tabel 3. 5 Kriteria Kategori .....                                                               | 36 |
| Tabel 3. 6 Kriteria Uji Praktis .....                                                            | 37 |
| Tabel 3. 7 Kategori Hasil Evaluasi <i>One to One</i> dan <i>Small Group</i> .....                | 37 |
| Tabel 3. 8 Kategori Tingkatan Ngain .....                                                        | 38 |
| Tabel 4. 1 Capaian Pembelajaran Fisika Fase F .....                                              | 44 |
| Tabel 4. 2 Penyusunan Kerangka Isi E-modul .....                                                 | 49 |
| Tabel 4. 3 Penyusunan Format dalam E-modul .....                                                 | 51 |
| Tabel 4. 4 Penerapan Konsep Fisika Impuls dan Momentum dalam Teknik Karate .....                 | 53 |
| Tabel 4. 5 Pengintegrasian Pendekatan STEM .....                                                 | 56 |
| Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Validator Aspek Kelayakan Isi .....                                   | 58 |
| Tabel 4. 7 Hasil Penilaian Validator Aspek <i>Problem-Based Learning</i> (PBL).....              | 60 |
| Tabel 4. 8 Hasil Penilaian Validator Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif.....                    | 61 |
| Tabel 4. 9 Hasil Penilaian Validator Aspek Kelayakan Desain .....                                | 61 |
| Tabel 4. 10 Analisis Validitas Isi Keseluruhan .....                                             | 63 |
| Tabel 4. 11 Komentar dan Saran Validator.....                                                    | 64 |
| Tabel 4. 12 Hasil Analisis Validitas.....                                                        | 66 |
| Tabel 4. 13 Rekap Hasil Penilaian Tahap <i>One to One Evaluation</i> .....                       | 68 |
| Tabel 4. 14 Umpan Balik Responden Tahap <i>One to One Evaluation</i> .....                       | 70 |
| Tabel 4. 15 Rekap Hasil Penilaian Tahap <i>Small Group Evaluation</i> .....                      | 72 |
| Tabel 4. 16 Umpan Balik Responden Tahap <i>Small Group Evaluation</i> .....                      | 75 |
| Tabel 4. 17 Analisis Ngain Soal Keterampilan Berpikir Kreatif.....                               | 76 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Teknik <i>age tsuki</i> (pukulan ke atas) .....                                            | 20 |
| Gambar 2. 2 Teknik <i>ura mawashi geri</i> (tendangan melingkar ke belakang) .....                     | 21 |
| Gambar 2. 3 Grafik <b>F-t</b> .....                                                                    | 22 |
| Gambar 2. 4 Teknik <i>Blok kakiwake-uke</i> .....                                                      | 23 |
| Gambar 2. 5 Teknik <i>Blok kakiwake-uke</i> .....                                                      | 23 |
| Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir Penelitian .....                                                         | 28 |
| Gambar 2. 7 Bagan Model Pengembangan 4D .....                                                          | 32 |
| Gambar 4. 1 Grafik Analisis Pengetahuan Awal Kebutuhan Pembelajaran.....                               | 40 |
| Gambar 4. 2 Grafik Kebutuhan dan Preferensi E-Modul .....                                              | 41 |
| Gambar 4. 3 Grafik Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif .....                                        | 43 |
| Gambar 4. 4 Teknik <i>ura mawashi geri</i> .....                                                       | 53 |
| Gambar 4. 5 Teknik <i>Age Tsuki</i> .....                                                              | 54 |
| Gambar 4. 6 Karateka mengalami lenting sempurna( $e = 1$ ) ketika bertabrakan<br>(Sumber: .....        | 55 |
| Gambar 4. 7 Grafik Hasil Tahap <i>One to One Evaluation</i> pada Uji Kepraktisan .                     | 70 |
| Gambar 4. 8 Grafik Hasil Tahap <i>Small Group Evaluation</i> pada Uji Kepraktisan .                    | 74 |
| Gambar 4. 9 Grafik Analisis Ngain Soal Keterampilan Berpikir Kreatif Hasil<br><i>Fields Test</i> ..... | 77 |

## ABSTRAK

Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu kemampuan esensial yang harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi tantangan kompleks di abad ke-21. Kemampuan ini memungkinkan peserta didik untuk menghasilkan ide-ide baru, menemukan berbagai solusi alternatif, dan mengembangkan pemikiran yang fleksibel serta orisinal dalam memecahkan masalah. Maka dari itu diperlukan pengembangan e-modul ajar berbasis STEM pada materi impuls dan momentum dengan konteks olahraga karate untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA. Penelitian menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Validasi oleh ahli menunjukkan bahwa e-modul memenuhi kriteria kelayakan isi, desain visual, pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL), integrasi keterampilan abad ke-21, dan pendekatan STEM, dengan nilai *Content Validity Index* (CVI) mencapai 100%. E-modul diuji kepraktisan dan efektivitasnya terhadap peserta didik kelas XI SMAN 22 Palembang. Hasil uji kepraktisan menunjukkan respon sangat positif dari peserta didik terhadap tampilan, isi, dan kemudahan penggunaan e-modul. Sementara itu, hasil uji efektivitas menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kreatif, khususnya pada aspek *fluency* (0,89), *flexibility* (0,85), *elaboration* (0,59), dan *originality* (0,65) berdasarkan hasil Ngain. Integrasi gerakan karate seperti *ura mawashi geri* dan *age tsuki* terbukti efektif menjadi jembatan konseptual antara fenomena fisika dan pengalaman nyata peserta didik. Dengan demikian, e-modul ini tidak hanya membantu pemahaman konseptual, tetapi juga mendorong peserta didik untuk berpikir kreatif secara kontekstual dan aplikatif.

**Kata Kunci:** *e-modul ajar, STEM, impuls dan momentum, karate, keterampilan berpikir kreatif*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat, serta kompleksitas permasalahan global menuntut adanya penguasaan keterampilan seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (Abdurrahman dkk., 2023; Madesa, 2016; Rabbani dkk., 2023). Salah satunya menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif yang tinggi agar mampu menghadapi tantangan global yang kompleks dan dinamis (Syahputra, 2018). Keterampilan berpikir kreatif yang mencakupi kemampuan untuk mampu berfikir lancar, luwes, orisinal, dan terperinci dari berbagai sudut pandang (Tam, 2023). Dalam konteks ini, keterampilan berpikir kreatif menjadi salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki peserta didik agar dapat menghadapi tantangan masa depan.

Keterampilan berpikir kreatif memungkinkan peserta didik untuk menghasilkan ide-ide orisinal, menemukan solusi inovatif terhadap masalah, serta mampu melihat suatu persoalan dari berbagai sudut pandang yang berbeda (Guilford, 2018; Runco & Acar, 2012). Meskipun demikian, keterampilan berpikir kreatif belum menjadi fokus utama dalam sistem pendidikan Indonesia (Kustijono, 2011). Pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh pendekatan teacher-centered, yang menekankan hafalan dan penguasaan konsep secara mekanis. Akibatnya, peserta didik menjadi pasif dan kurang diberi ruang untuk mengembangkan gagasan orisinal maupun berlatih memecahkan masalah secara kreatif (Ali, 2019). Hal ini diperkuat oleh temuan berbagai studi nasional dan internasional yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik Indonesia masih tergolong rendah berdasarkan hasil dari *Programme for International Student Assessment* (PISA).

Hasil studi *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018 menunjukkan bahwa skor kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik Indonesia, kategori berpikir kreatif dalam konteks sains, berada di bawah rata-rata negara-negara OECD (OECD, 2018). Temuan serupa juga disampaikan oleh Kemendikbudristek (2022), yang menunjukkan bahwa pembelajaran di sekolah

menengah belum memberikan kesempatan yang cukup bagi peserta didik untuk mengembangkan kreativitas dan kemampuan eksploratif dalam sains. Sedangkan, dalam menghadapi revolusi industri 4.0 dan era *society* 5.0, keterampilan berpikir kreatif sangat diperlukan untuk berinovasi, beradaptasi, dan bersaing di tengah distrupsi teknologi dan ketidakpastian global (Adipan & Asrizal, 2024).

Pada pembelajaran sains, khususnya fisika, pengembangan keterampilan berpikir kreatif memiliki urgensi tersendiri. Fisika merupakan bidang ilmu yang menuntut kemampuan memahami konsep abstrak, berpikir logis, serta menganalisis fenomena alam secara sistematis. Namun, tanpa pendekatan pembelajaran yang inovatif dan kontekstual, fisika justru sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit, membosankan, dan tidak relevan dengan kehidupan sehari-hari (Supardi dkk., 2015; Maryono dkk., 2021). Akibatnya, minat dan keterlibatan peserta didik dalam belajar fisika menurun, dan potensi pengembangan kemampuan berpikir kreatif pun tidak optimal. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi dalam strategi pembelajaran yang tidak hanya mampu meningkatkan minat peserta didik, tetapi juga memberikan ruang bagi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kreatif dan kritis. Sehingga, diperlukan upaya untuk menghadirkan materi fisika yang tidak hanya menarik, tetapi juga mampu mengasah kemampuan berpikir kreatif peserta didik melalui penerapan konsep yang dekat dengan kehidupan mereka. Salah satu materi dalam fisika yang berpotensi besar untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif adalah impuls dan momentum

Salah satu materi dalam fisika yang berpotensi besar untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif adalah impuls dan momentum. Materi ini tidak hanya mengandung konsep-konsep penting dalam mekanika, tetapi juga erat kaitannya dengan fenomena dalam kehidupan nyata, khususnya dalam olahraga ((Pricillya dkk., 2022)). Namun, pendekatan konvensional yang hanya menekankan aspek matematis dan penyelesaian soal-soal rutin seringkali membuat peserta didik kesulitan mengaitkan materi ini dengan pengalaman nyata mereka. Di sinilah pentingnya pendekatan kontekstual dan integratif, seperti pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang dapat

menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari secara kreatif dan bermakna (Bybee, 2013).

STEM sebagai pendekatan pembelajaran integratif menekankan pada penyelesaian masalah nyata melalui kolaborasi lintas disiplin. Pendekatan ini diyakini dapat mendorong peserta didik untuk berpikir kreatif, menyusun strategi, dan menghasilkan solusi inovatif berdasarkan pemahaman ilmiah yang mendalam (Sanders, 2009). Pembelajaran impuls dan momentum penerapan pendekatan STEM berbasis olahraga, seperti karate menjadi media yang efektif untuk mendorong keterlibatan peserta didik sekaligus mengasah kreativitas mereka (Riconscente dkk., 2013; Rosen, dkk., 2015). Melalui simulasi gerakan, analisis gaya, kecepatan, dan perubahan momentum dalam olahraga tersebut, peserta didik tidak hanya belajar konsep fisika secara konkret, tetapi juga dilatih untuk mengeksplorasi, mengajukan pertanyaan, merancang percobaan, dan menyampaikan ide-ide orisinal sebagai bentuk pemahaman mereka.

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan efektivitas pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Adipan & Asrizal (2024), Fauziyah & Wijayanti (2024), Novianto & Supahar (2024), Santosa (2017), dan Widiyanto & Arief (2015) menemukan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis STEM dalam materi gerak menghasilkan peningkatan signifikan pada indikator kreativitas peserta didik, terutama dalam hal *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keunikan ide), dan *elaboration* (terperinci). Demikian pula, penelitian yang dilakukan oleh Prajoko dkk., (2023) menyatakan bahwa integrasi konteks nyata dalam pembelajaran sains berbasis proyek mampu mendorong peserta didik untuk menghasilkan solusi yang kreatif dan aplikatif terhadap permasalahan yang diangkat. Meskipun demikian, penerapan pembelajaran berbasis STEM di lapangan tidak selalu berjalan mulus.

Potensi yang besar atas penerapan pembelajaran berbasis STEM dalam konteks fisika sekolah menengah masih menghadapi berbagai kendala. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan sumber daya pembelajaran, termasuk modul ajar yang dirancang secara khusus untuk mengintegrasikan pendekatan STEM, konteks lokal, dan pengembangan keterampilan berpikir kreatif. Modul

pembelajaran yang tersedia umumnya masih bersifat normatif dan tidak memberi ruang yang cukup untuk eksplorasi ide, percobaan terbuka, maupun refleksi kreatif peserta didik (Novianto & Supahar, 2024). Padahal, keberadaan modul ajar yang kontekstual, inovatif, dan terintegrasi dengan pendekatan STEM dapat menjadi alat bantu yang sangat efektif dalam mentransformasi proses pembelajaran menjadi lebih kreatif dan bermakna (Rabbani dkk., 2023)

Melihat kondisi tersebut, maka pengembangan media pembelajaran yang dapat menjembatani antara konsep fisika dan kehidupan nyata menjadi sangat penting (Mathelitsch, 2017). Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah e-modul ajar berbasis STEM dengan konteks olahraga karate, yang tidak hanya memfasilitasi pemahaman konseptual peserta didik terhadap materi impuls dan momentum, tetapi juga secara sengaja dirancang untuk mendorong keterampilan berpikir kreatif (Fauziyah dan Wijayanti, 2024). Penggunaan e-modul memungkinkan pemanfaatan media interaktif, simulasi, video gerak, dan tantangan terbuka yang memantik eksplorasi ide serta keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran (Simbolon dkk., 2023). Pada konteks olahraga karate dipilih karena gerakannya secara nyata mencerminkan prinsip-prinsip impuls dan momentum, seperti pada pukulan, tendangan, atau teknik tangkisan yang melibatkan perubahan momentum dalam waktu singkat (Martina & Hau, 2021). Dengan mengamati dan menganalisis gerakan tersebut, peserta didik diajak untuk memahami konsep fisika dari pengalaman nyata mereka atau lingkungan sekitar, sehingga pemahaman tidak hanya berhenti pada tataran kognitif, tetapi juga berkembang ke ranah afektif dan psikomotorik (Lestari, 2022).

Dengan demikian, pengembangan e-modul ajar berbasis STEM yang mengintegrasikan olahraga karate dalam pembelajaran materi Impuls dan Momentum diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep fisika dengan lebih baik, meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, dan memberikan pengalaman belajar yang lebih relevan dan aplikatif. Ini tidak hanya akan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan, tetapi juga mempersiapkan mereka dengan keterampilan yang diperlukan untuk sukses di masa depan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan e-modul ajar materi impuls dan momentum berbasis STEM pada olahraga karate untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan e-modul ajar materi impuls dan momentum berbasis STEM pada olahraga karate terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA yang praktis?
3. Bagaimana efektivitas e-modul ajar materi impuls dan momentum berbasis STEM pada olahraga karate terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pengembangan e-modul pembelajaran ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan e-modul ajar materi impuls dan momentum berbasis STEM pada kasus olahraga karate untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA yang valid
2. Menghasilkan e-modul ajar materi impuls dan momentum berbasis STEM pada olahraga karate untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA yang praktis
3. Menghasilkan e-modul ajar materi impuls dan momentum berbasis STEM pada olahraga karate untuk mendukung peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA/MA yang efektif

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Berikut manfaat dari pengembangan e-modul ini diantaranya:

1. Peserta Didik, sebagai sumber belajar yang valid, praktis dan efektif serta media yang mampu meningkatkan pemahaman konsep impuls dan momentum peserta didik pada mata pelajaran fisika dan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sehingga lebih mudah memahami konsep yang

ditinjau dari aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*) dan kasus olahraga karate

2. Guru, sebagai media pegangan guru untuk membantu peserta didik memahami materi impuls dan momentum sehingga proses pembelajaran berlangsung dengan efektif dan menarik.
3. Sekolah, sebagai media sumber belajar guru dan peserta didik untuk memperkaya wawasan pembelajaran yang di tinjau dari aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*)

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4), e15100. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Adipan, J. P., & Asrizal, A. (2024). Pengaruh E-Modul Fluida Statis Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 3862–3869.
- Ali, F. S. (2019). Implementasi HOTS Pada Kurikulum 2013. *Inventa*, 3(1), 1–17. [https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/jurnal\\_inventa/article/view/1803/1625](https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/jurnal_inventa/article/view/1803/1625)
- Annisa, N., & Naeklan Simbolon. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Ipa Berbasis Model Pembelajaran Guided Inquiry Pada Materi Gaya Di Kelas Iv Sd Negeri 101776 Sampali. *School Education Journal Pgsd Fip Unimed*, 8(2), 217–229. <https://doi.org/10.24114/sejpgsd.v8i2.10199>
- Arina, H. A., Munawaroh, F., Rosidi, I., & Hidayati, Y. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Pendekatan Pembelajaran Berbasis Riset. *Natural Science Education Research*, 2(1), 17–24. <https://doi.org/10.21107/nser.v2i1.4280>
- Armandita, P., Wijayanto, E., Rofiatu, L., Anisma Susanti, Rumiana, & Samanta. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Pembelajaran Fisika Di Kelas XI MIA 3 SMA Negeri 11 Kota Jambi. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 10(2), 129. <https://doi.org/10.21831/jpipfip.v10i2.17906>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bybee, R. W. (2013a). The Case for Education: STEM Challenges and Opportunities. In *NSTA (National Science Teachers Association) Press*. NSTA (National Science Teachers Association) Press. [www.nsta.org/permissions](http://www.nsta.org/permissions).
- Bybee, R. W. (2013b). *The Case for STEM Education Challenges and*

*Opportunities*. NSTA press.

- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM Project-Based Learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Springer Science & Business Media.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>
- Chercules, Ismet, & Sriyanti, I. (2023). Development of Electronic Books Using Website 2 APK Builder Pro Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) to Improve Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9381–9390.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5182>
- Corbi, A., Santos, O. C., & Burgos, D. (2019). Intelligent framework for learning physics with aikido (martial art) and registered sensors. *Sensors (Switzerland)*, 19(17), 1–18. <https://doi.org/10.3390/s19173681>
- Council, N. R. (2011). *Successful STEM Education: A Workshop Summary*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.17226/13230>
- Creswell, J. W. (2019). *Educational Research Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th ed.). John W. Creswell University of Nebraska.
- Djamaluddin, A., & Wardana. (2019). Belajar Dan Pembelajaran. In *CV Kaaffah Learning Center*.
- Dwi Prayogi, R., & Estetika, R. (2019). KECAKAPAN ABAD 21: KOMPETENSI DIGITAL PENDIDIK MASA DEPAN. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 14(2), 144–151. <https://doi.org/10.15330/jpnu.5.1.40-46>
- Fauziyah, A., & Wijayanti, R. (2024). Penerapan Model Pembelajaran STEM Berbantuan E-Modul Terhadap Pemecahan Masalah. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 1452–1461.  
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3225>
- Guilford, J. P. (2018). The Nature of Human Intelligence. *The Nature of Human Intelligence*, 1–335. <https://doi.org/10.1017/9781316817049>
- Gustina, & Sidin Ali. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran dan Motivasi Belajar Fisika terhadap Hasil Belajar Fisika (Studi Eksperimen Peserta Didik pada

- Kelas VIII SMP Negeri 40 Bulukumba). *Jurnal Pendidikan Mipa*, 8(1), 15–28. <https://doi.org/10.37630/jpm.v8i1.46>
- Hafni, R. N., Herman, T., Nurlaelah, E., & Mustikasari, L. (2020). The importance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education to enhance students' critical thinking skill in facing the industry 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042040>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). Fundamentals of Physics Halliday & resnick 10ed. In *Wiley* (10Th ed.). Cleveland State University.
- Hamdani. (2011). *Dasar-dasar Kependidikan* (1st ed.). Pustaka Setia.
- Hamid, A., & Alberida, H. (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/article/view/452>
- Haryadi, R., & Nurmala, R. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 7(1), 32. <https://doi.org/10.32699/spektra.v7i1.168>
- Heryani, T. P., Suwarma, I. R., & Chandra, D. T. (2023). Development of STEM-Based Physics Module with Self-Regulated Learning to Train Students Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4245–4252. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3578>
- Heyzine. (n.d.). *Frequently Asked Questions*. <https://heyzine.com/faq>
- Jumini, S. (2016). Fisika Dalam Atletik Dan Beladiri. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 3(2), 89–96.
- Kadir, A. (2011). KIHON (Gerakan Dasar). *KIHON (Gerakan Dasar)*, Vol.V, 1–29.
- Kartikasari, M., Ismet, I., & Sriyanti, I. (2023). Development of an E-Module Based

- on the 5E Learning Cycle to Improve the Creative Thinking Abilities of Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 121–129. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.6528>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kemendikbudristek. (2022). Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2022 Tentang Standar Isi Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah. In *Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi* (p. 14).
- Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia. (2008). *Permendikbud Nomor 2 Tahun 2008*. 106–114.
- Kepmendikbudristek. (2024). *Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka* (Issue 021). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Khaira, N. (2018). Pengaruh Pembelajaran STEM Terhadap Peserta Didik pada Pembelajaran IPA. *Seminar Nasional MIPA IV*, 233–237.
- Khikmiah, F. (2021). Implementasi Web Live Worksheet Berbasis Problem Based Learning Dalam Pembelajaran Matematika. In *Pedagogy Jurnal Pendidikan Matematika* (Vol. 6, Issue 1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30605/pedagogy.v6i1.1193>
- 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.
- Kosasih. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar* (B. S. Fatmawati (ed.)). PT Bumi Aksara.
- Kustijono, R. (2011). *IMPLEMENTASI STUDENT CENTERED LEARNING DALAM PRAKTIKUM FISIKA DASAR*. 1(2), 19–32.
- Lee, H. Y., Hooshyar, M., Lin, C. J., Wang, W. S., & Huang, Y. M. (2023).

- Image4Assess: Automatic learning processes recognition using image processing. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing, June 2024*, 11–16. <https://doi.org/10.1145/3555776.3577643>
- Lestari, I., Gultom, O. B. ., & Zebua, F. S. (2022). Penerapan Literasi Sains Dalam Pembelajaran Fisika Di Era Society 5.0. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains Dan Terapan*, 1(2), 92–98. <https://doi.org/10.58466/intern.v1i2.1449>
- Madesa, E. (2016). Penerapan Pembelajaran Ipa Terpadu Tipe Threaded Dengan Level of Inquiry Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Siswa Kelas Viii Pada Tema Indera Penglihatan Dan Alat Optik. *Edusains*, 7(2), 143–150. <https://doi.org/10.15408/es.v7i2.1674>
- Mahendri, R. P., Amanda, M., & Latifah, U. (2023). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Flipbook sebagai Media Pembelajaran Distance Learning. *J-HyTEL : Journal Hypermedia & Technology-Enhanced Learning*, 1(1), 1–14.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: Country comparisons. Report for the Australian Council of Learned Academies. In *Australian Council of Learned Academies (ACOLA)* (Vol. 2, Issue June). <http://www.voced.edu.au/content/ngv56992%5Cnwww.acola.org.au%0Ahttp://www.voced.edu.au/content/ngv56992>
- Marliani, L. P. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 1(2), 125–133. <https://doi.org/10.51878/paedagogy.v1i2.802>
- 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>
- Martina, M. Y., & Hau, R. R. H. (2021). Identifikasi pemahaman konsep impuls dan momentum pada siswa kepeminatan fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 2(2).
- Mathelitsch, L. (2017). Sport and Physics. *Scientia in Education*, 8, 22–41.

<https://doi.org/10.14712/18047106.730>

- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning Second Edition* (2nd ed.). Cambridge University Press. [https://doi.org/Cambridge University Press](https://doi.org/Cambridge%20University%20Press)
- Mulyasari, P. J., & Sholikhah, N. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 2220–2236. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.1158>
- Mursidik, E. M., Samsiyah, N., & Rudyanto, H. E. (2015). Creative Thinking Ability in Solving Open-Ended Mathematical Problems Viewed From the Level of Mathematics Ability of Elementary School Students. *PEDAGOGIA: Journal of Education*, 4(1), 23–33.
- Mustafa, A. S., Arsyad, M., & Helmi. (2020). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *Seminar Nasional Fisika*, 20–23.
- Nadira, R. S., Zulyusri, Helendra, & Atifah, Y. (2022). Analisis Kebutuhan LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) pada Materi Sistem Pencernaan Kelas XI SMA. *Journal on Teacher Education*, 4(2), 324–333.
- Nasution, S., Afrianto, H., NURFADILLAH SALAM, S. & J., Nim, N., Sadjati, I. M., Agent, S. G., Sifat, T., Dan, F., Studi, P., Pangan, T., Pertanian, F. T., Katolik, U., Mandala, W., & Aceh, D. (2017). *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar* (Vol. 3, Issue 1, pp. 1–62). Universitas Terbuka. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Nazhifah, N., Wiyono, K., & Ismet, I. (2023). Development of STEM-Based E-Learning on Renewable Energy Topic to Improve the Students Creative Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9575–9585. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5206>
- Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2017). Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis STEM Problem Based Learning. *Jurnal Elemen*, 3(1)(1), 1–14.
- Novelia, F., Raihanati, R., ... R. F.-N. F. (E, & 2022, U. (2022). Pengembangan E-

- Modul Fisika Dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, Mathematic (Stem) Berbasis Project Based Learning. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF* 2022, X, 51–56. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/24406>
- Novianto, K. P., & Supahar. (2024). EVALUASI IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN FISIKA SMA KURIKULUM MERDEKA MENGGUNAKAN MODEL EVALUAI CIPP (CONTEXT, INPUT, PROCESS, PRODUCT) PADA SMA NEGERI DI KOTA YOGYAKARTA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 87–94.
- OECD. (2018). *PISA 2015 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*.
- Oschepkov, A. A., Kidinov, A. V., Babieva, N. S., Vrublevskiy, A. S., Egorova, E. V., & Zhdanov, S. P. (2022). STEM technology-based model helps create an educational environment for developing students' technical and creative thinking. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12033>
- Othman, O., Iksan, Z. H., & Yasin, R. M. (2022). Creative Teaching STEM Module: High School Students' Perception. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 2127–2137.
- Pambayun, P. P., & Shofiyah, N. (2023). Sikap Siswa terhadap STEM: Hubungannya dengan Hasil Belajar Kognitif dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Paedagogy*, 10(2), 513. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i2.6313>
- Pane, A. N., Andra, D., & Wayan Distrik, I. (2021). The development physics e-module based PBL-Integrated STEM to improve higher-order thinking skills on static fluid material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012086>
- Pendidikan, B. S. N. (2006). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Fisika untuk SMA*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Permendikbudristek. (2022). Peraturan Menteri Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi Tentang Standar Proses Pada Pendidikan Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendidikan Menengah. In *Kementerian*

- Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia* (Vol. 1, Issue 69, pp. 5–24).
- Prajoko, S., Sukmawati, I., Maris, A. F., & Wulanjani, A. N. (2023). Project Based Learning (Pjbl) Model With Stem Approach on Students' Conceptual Understanding and Creativity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 401–409. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i3.42973>
- Prananto, I. W., Rakhmawati, Y., & Pamungkas, T. (2022). Content Validity Ratio (CVR), Content Validity Index (CVI), and Confirmatory Factor Analysis (CFA) in Mathematics Learning Independence Instruments. *Kontinu: Jurnal Pe*, 6(8), 14–20. <https://doi.org/10.56304/s0040363622080021>
- Pricillya, S., Fernanda, M., Qorimah, F., & Hanisa, A. R. (2022). Implementasi Pembelajaran Impuls dan Momentum: Review Publikasi Ilmiah. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, 1(2), 191–212.
- Purnama, S. (2016). Metode Penelitian Dan Pengembangan (Pengenalan Untuk Mengembangkan Produk Pembelajaran Bahasa Arab). *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, 4(1), 19. [https://doi.org/10.21927/literasi.2013.4\(1\).19-32](https://doi.org/10.21927/literasi.2013.4(1).19-32)
- Putra, N., Asrizal, A., & Usmeldi, U. (2023). Meta-Analisis Pengaruh Stem Pada Pembelajaran Fisika Terhadap Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA*, 12(3), 228–239. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v12i3.79314>
- Rabbani, G. F., Abdurrahman, Ertikanto, C., Herlina, K., Rosidin, U., Umam, A. N., Nurjanah, A., Chairunnisya, S., Sulistiani, & Azizah, M. (2023). Design Thinking Strategy Integrated PjBL-STEM in Learning Program: Need Analysis to Stimulate Creative Problem-Solving Skills on Renewable Energy Topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9776–9783. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5708>
- Riconscente, M. M., Kamarainen, A., & Honey, M. (2013). *STEM Badges Current Terrain and the Road Ahead*. [https://badgesnysci.files.wordpress.com/2013/08/nsf\\_stembadges\\_final\\_report.pdf](https://badgesnysci.files.wordpress.com/2013/08/nsf_stembadges_final_report.pdf)
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. *Technology Education in the 21st Century*, 111–

118. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:533285/fulltext01.pdf%2523page=81#page=111>
- Rofiyadi, Y. A., & Handayani, S. L. (2021). Pengembangan Aplikasi E-Modul Interaktif Berbasis Android Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas V Sekolah Dasar. *JPDI (Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia)*, 6(2), 54. <https://doi.org/10.26737/jpdi.v6i2.2575>
- Rosen, R., Von Wichert, G., Lo, G., & Bettenhausen, K. D. (2015). About the importance of autonomy and digital twins for the future of manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 567–572. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.141>
- Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent Thinking as an Indicator of Creative Potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66–75. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM Education: Primer. *The Technology Teacher, December/J(September)*, 20–26.
- Sandu Siyoto, M. A. S. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Literasi Media.
- Santosa, A., Widiyanto, E., & Restianto, F. (2017). Rancang Bangun Sistem Electrospinning Untuk Mensintesis Nanofiber Polivinil Alkohol Dan Karakterisasinya. *Infomatek*, 19(2), 101. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v19i2.634>
- Sasior, P., Asrul, A., & Rabia, S. F. (2023). Pengaruh Pembelajaran Kontekstual Berbasis Pratikum Dalam Menunjang Motivasi Belajar Siswa Kelas IV SD Inpres 18 Kabupaten Sorong. *Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 25. <https://doi.org/10.30742/tpd.v5i2.3462>
- Schweingruber, M. H. G. P. H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Serway, R. A., & John W. Jewett, J. (2018). *Physics for Scientists & Engineers & Modern Physics* (9th ed.). United States of America. [https://digilib.unkhair.ac.id/706/1/Physics\\_for\\_Scientists\\_Engineers\\_Modern](https://digilib.unkhair.ac.id/706/1/Physics_for_Scientists_Engineers_Modern)

9\_text\_OK.pdf

- Simbolon, J., Sakti, I., Wikrama, R., Sutarno, & Nursaadah, E. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Pada Materi Suhu Dan Perubahannya Untuk Siswa Kelas VII SMP. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 3(2), 108–117. <https://ejournal.unib.ac.id/diksains/article/view/24553><https://ejournal.unib.ac.id/diksains/article/download/24553/12691>
- Siregar, T. (2024). *Menuju Kreativitas Tanpa Batas Pembelajaran Berdiferensiasi yang Menginspirasi* (1st ed., Issue May). PT Mafy Media Literasi Indonesia.
- Sugiyono. (2016). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R&D* (U. N. Putra (ed.)). Penerbit Alfabeta.
- Sukma, I. M., Marianti, A., & Ellianawati. (2023). Development of an E-Book Based on STEM-Integrated Creative Problem Solving on Environmental Change Material to Improve Students' Critical Thinking and Creative Thinking. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6111–6121. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4356>
- Suru, R., Liow, H., Kewas, J., & Maukar, D. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multimedia. *GEARBOX: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 59–64. <https://doi.org/10.53682/gj.v2i1.911>
- Susanti, E., & Kurniawan, H. (2020). Design Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Stem (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *AKSIOMA : Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 37–52. <https://doi.org/10.26877/aks.v11i1.5292>
- Syahputra, E. (2018). Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya. In *Prosiding Seminar Nasional SINASTEKMAPAN: Vol. I* (Issue 11, pp. 1276–1283). <http://portaluniversitasquality.ac.id:590/sinastekmapan/index.php/sinastekmapan/article/view/219>
- Tang, T., Vezzani, V., & Eriksson, V. (2020). Developing critical thinking, collective creativity skills and problem solving through playful design jams. *Thinking Skills and Creativity*, 37(January 2021). <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100696>

- Torrance, E. P. (2018). Torrance Tests of Creative Thinking: Norms -- Technical Manual. *American Educational Research Journal*, 5(2), 272. <https://doi.org/10.2307/1161826>
- Trianto. (2012). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). Bernie Trilling, Charles Fadel-21st Century Skills\_ Learning for Life in Our Times -Jossey-Bass (2009). *Journal of Sustainable Development Education and Research*, 2(1), 243.
- Widianto, D. A., & Arief, A. (2015). ANALISIS PENINGKATAN KREATIVITAS SISWA DENGAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE THINK-PAIR-SHARE ( TPS ) DALAM MENYELESAIKAN SOAL-SOAL SIDOARJO Dafit Apria Widianto , Alimufi Arief Jurusan Fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 04(03), 88–91.
- Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). Recalculation of the Critical Values for Lawshe’s Content Validity Ratio. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 197–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0748175612440286>
- Yang, D., Baek, Y., Ching, Y. H., Swanson, S., Chittoori, B., & Wang, S. (2021). Infusing Computational Thinking in an Integrated STEM Curriculum: User Reactions and Lessons Learned. *European Journal of STEM Education*, 6(1), 1–14. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/9560>
- Yanuarti, R., Utari, I., & Harianti, D. (2022). Evaluation of E-Module Utilization as Self-directed Learning Materials in Teachers’ Competency Improvement Program. *Jurnal TEKNODIK*, 26(2), 101–114.
- Yoghiati, C. I. (2010). Peningkatan Kualitas Pembelajaran Fisika Umum Melalui Pembelajaran Bermakna Dengan Menggunakan Peta Konsep. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* , 6(2010), 104–107. <http://journal.unnes.ac.id>
- Zubaidah, S. (2018). *Stem : Apa , Mengapa , dan Bagaimana . January*.

Diakses pada tanggal 1 Juli 2024, pukul 07.00 wib, <https://www.themartialway.com.au/age-zuki-rising-punch/>

Diakses pada tanggal 1 Juli 2024, pukul 09.00 wib, <https://sik-cagnes.fr/category/technique/attaques-de-pieds/mawashi-geri/>

Diakses pada tanggal 2 Juli 2024, pukul 09.00 wib, <https://www.studiobelajar.com/impuls-dan-momentu m/>

Diakses pada tanggal 4 Juli 2024, pukul 10.00 wib, <https://www.themartialway.com.au/kakiwake-uke-wedge-block/>

Diakses pada tanggal 4 Juli 2024, pukul 11.50 wib, <https://www.themartialway.com.au/kakiwake-uke-wedge-block/>

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The Content Validity Index: Are You Sure You Know What's Being Reported? Critique And Recommendations. *Research In Nursing And Health*, 29(5), 489–497. <https://doi.org/10.1002/Nur.20147>