

**PENGEMBANGAN e-LKPD BERBASIS STEM UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

**SKIRPSI**

*diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika*



Oleh:

Aulia Salsabilla

NIM 2000610

**PROGRAM STUDI SARJANA PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2024**

**PENGEMBANGAN e-LKPD BERBASIS STEM UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

Oleh:

Aulia Salsabilla

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Aulia Salsabilla 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Juni 2024

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**

**AULIA SALSABILLA**

**2000610**

**PENGEMBANGAN e-LKPD BERBASIS STEM UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

NIP. 1968070319920320001

Pembimbing II,



Dr. Hj. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si

NIP. 197812182001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Pendidikan Fisika



Dr. Achmad Samsudin, M. Pd.

NIP.198310072008121004

## PERNYATAAN

Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Energi Terbarukan**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juni 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Aulia Salsabilla

NIM. 2000610

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Energi Terbarukan”. Shalawat serta salam juga semoga selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, serta sampai kepada kita selaku umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada program studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat dan membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca maupun peneliti selanjutnya dan berkontribusi untuk kemajuan bidang pendidikan.

Bandung, Juni 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Aulia Salsabilla

NIM. 2000610

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

**Aulia Salsabilla<sup>\*</sup>, Ida Kaniawati, Winny Liliawati**

*Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229,  
Bandung, 40154, Jawa Barat, Indonesia*

*\*Email: [calia19@upi.edu](mailto:calia19@upi.edu)*

*\*No. HP: 085265316644*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-LKPD berbasis STEM pada materi energi terbarukan yang mampu memfasilitasi peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. e-LKPD ini dikembangkan menggunakan metode *Research and Development* (R & D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahap *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*. Kelayakan e-LKPD berbasis STEM diukur melalui validasi yang melibatkan 3 dosen dan 3 guru mata pelajaran fisika. Peningkatan keterampilan peserta didik diukur melalui pengambilan data kepada 35 peserta didik kelas X. Respon peserta didik terhadap e-LKPD yang dikembangkan diukur menggunakan angket respon peserta didik. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa: 1) e-LKPD berbasis STEM layak untuk digunakan saat ditinjau berdasarkan aspek Materi/isi, desain dan bahasa. 2) Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik mendapatkan N-Gain sebesar 0,68 yang berarti pembelajaran menggunakan e-LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang dengan kategori sedang. 3) e-LKPD berbasis STEM memperoleh respon dan tanggapan yang positif dari peserta didik dan mendapatkan nilai dengan kualifikasi baik.

# DEVELOPMENT OF E-LKPD BASED ON STEM TO ENHANCE STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS ON RENEWABLE ENERGY MATERIALS

**Aulia Salsabilla<sup>\*</sup>, Ida Kaniawati, Winny Liliawati**

*Department of Physics Education, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Education, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, 40154, West Java, Indonesia*

*\*Email: [calia19@upi.edu](mailto:calia19@upi.edu)*

*\*No.HP: 085265316644*

## **ABSTRACT**

*This study aims to develop e-LKPD based on STEM on renewable energy material that is able to facilitate students in enhancing critical thinking skills. This e-LKPD was developed using the Research and Development (R & D) method with the ADDIE development model consisting of Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation stages. The feasibility of e-LKPD based on STEM is measured through validation involving 3 lecturers and 3 physics subject teachers. The enhancement of learners' skills is measured through collecting data to 35 grade X students. Students' response to the developed e-LKPD was measured using a student response questionnaire. Based on the results of the analysis, it can be concluded that: 1) e-LKPD based on STEM is feasible to use when reviewed based on material/content, design and language aspects. 2) The enhancement of students' critical thinking skills obtained an N-Gain of 0.68 which means that learning using STEM-based e-LKPD can enhance students' critical thinking skills with a moderate category. 3) STEM-based e-LKPD obtained positive responses and responses from students and received scores with good qualifications.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Definisi Operasional.....	7
1.5.1 e-LKPD Berbasis STEM.....	7
1.5.2 Keterampilan Berpikir Kritis .....	8
1.5.3 Respon Peserta Didik .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 STEM .....	10
2.2 e-LKPD .....	13
2.3 Keterampilan Berpikir Kritis.....	15
2.4 Model Pembelajaran Berbasis Proyek.....	20
2.5 Analisis Materi Energi Terbarukan .....	23
2.5.1 Energi .....	25
2.5.2 Angin.....	26
2.5.3 Pembangkit listrik tenaga angin .....	27
2.6 Matrik hubungan variabel .....	29
2.7 Penelitian yang Relevan .....	31



BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1    Metode Penelitian.....	32
3.2    Desain Penelitian.....	32
3.3    Partisipan.....	32
3.4    Populasi dan Sampel.....	32
3.5    Instrumen Penelitian.....	33
3.5.1    Pedoman Wawancara Semi Terstruktur.....	33
3.5.2    Lembar Validasi e-LKPD.....	34
3.5.3    Lembar Soal Keterampilan Berpikir Kritis.....	35
3.5.4    Angket Respon Peserta Didik.....	43
3.5.5    Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran.....	44
3.6    Prosedur Penelitian.....	45
3.6.1    Analisis ( <i>Analyze</i> ).....	46
3.6.2    Desain ( <i>Design</i> ).....	46
3.6.3    Pengembangan ( <i>Develop</i> ).....	47
3.6.4    Implementasi ( <i>Implementation</i> ).....	47
3.6.5    Evaluasi ( <i>Evaluate</i> ).....	48
3.7    Analisis Data.....	48
3.7.1    Analisis Data Lembar Validasi e-LKPD.....	48
3.7.2    Analisis Keterampilan Berpikir kritis.....	48
3.7.3    Analisis Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran.....	50
3.7.4    Analisis Hasil Angket respon peserta didik.....	51
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....	52
4.1    Analisis Kebutuhan.....	52
4.2    Desain ( <i>Design</i> ).....	52
4.3    Pengembangan ( <i>Develop</i> ).....	55
<b>4.3.1    Uji Kelayakan e-LKPD.....</b>	<b>59</b>
4.4    Implementasi ( <i>Implement</i> ).....	64
4.4.1    Keterampilan Berpikir Kritis.....	69
4.4.2    Angket Respon Peserta Didik.....	84
4.5    Evaluasi ( <i>Evaluate</i> ).....	89
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	90

5.1	Simpulan.....	90
5.2	Implikasi.....	90
5.3	Rekomendasi .....	91
	DAFTAR PUSTAKA .....	92
	LAMPIRAN.....	101

## DAFTAR TABEL

TABEL 2.1. RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	18
TABEL 2. 2. SINTAK MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK .....	21
TABEL 2. 3. CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	23
TABEL 2. 4. TUJUAN PEMBELAJARAN DAN ALUR TUJUAN PEMBELAJARAN .....	23
TABEL 2. 5. POTENSI DAN KAPASITAS TERPASANG ENERGI TERBARUKAN INDONESIA (2021) .....	27
TABEL 2. 6. PENERAPAN E-LKPD BERBASIS STEM DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	29
TABEL 3. 1. MATRIKS INSTRUMEN PENELITIAN .....	33
TABEL 3. 2. ASPEK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI E-LKPD .....	34
TABEL 3. 3. INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PADA INSTRUMEN SOAL .....	35
TABEL 3. 4. ASPEK PENILAIAN LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN .....	36
TABEL 3. 5. HASIL ANALISIS PENILAIAN VALIDATOR TERHADAP 10 SOAL.....	36
TABEL 3. 6. PERBAIKAN INSTRUMEN SOAL .....	37
TABEL 3. 7. KRITERIA UNIDIMENSIONALITAS INSTRUMEN SOAL .....	39
TABEL 3. 8. KRITERIA <i>OUTFIT</i> MNSQ, ZSTD, DAN PT MEASURE CORR .....	40
TABEL 3. 9. INTERPRETASI KUALITAS BUTIR SOAL.....	41
TABEL 3. 10. HASIL INTERPRETASI KUALITAS BUTIR SOAL.....	41
TABEL 3. 11. INTERPRETASI <i>ITEM</i> , <i>PERSON RELIABILITY</i> DAN <i>CRONBACH'S ALPHA</i> ..	42
TABEL 3. 12. DESAIN PENELITIAN.....	47
TABEL 3. 13. RINCIAN AKTIVITAS PENELITIAN.....	47
TABEL 3. 14.13. KRITERIA NILAI N-GAIN.....	50
TABEL 3. 15. KRITERIA PERSENTASE KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN.....	50
TABEL 3. 16. INTERPRETASI SKOR ANGGKET RESPON PESERTA DIDIK .....	51
TABEL 3. 17. KRITERIA PERSENTASE RESPON PESERTA DIDIK .....	51
TABEL 4. 1. TUJUAN PEMBELAJARAN.....	53
TABEL 4. 2. <i>STORYBOARD</i> E-LKPD .....	54
TABEL 4. 3. RINCIAN PENGINTEGRASIAN STEM PADA SETIAP E-LKPD.....	56
TABEL 4. 4. HASIL ANALISIS PENILAIAN VALIDATOR TERHADAP 4 E-LKPD.....	59
TABEL 4. 5. PERBAIKAN E-LKPD.....	61
TABEL 4. 6. HASIL KETERLAKSANAAN SELURUH KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	65
TABEL 4. 7. ANALISIS DESKRIPTIF <i>PRETEST</i> .....	70
TABEL 4. 8. ANALISIS DESKRIPTIF <i>POSTTEST</i> .....	71
TABEL 4. 9. ANALISIS UJI NORMALITAS DAN UJI HIPOTESIS KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	73
TABEL 4. 10. N-GAIN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	75
TABEL 4. 11. <i>CHALLENGE</i> PEMBUATAN PROTOTIPE.....	79
TABEL 4. 12. CUPLIKAN RANCANGAN PROTOTIPE KELOMPOK .....	80
TABEL 4. 13. REKAP KESIMPULAN E-LKPD 4.....	82
TABEL 4. 14. ANALISIS ANGGKET RESPON PESERTA DIDIK .....	85

TABEL 4. 15. CUPLIKAN KOMENTAR PESERTA DIDIK PADA ASPEK PENGGUNAAN E-LKPD .....	85
TABEL 4. 16. CUPLIKAN KOMENTAR PESERTA DIDIK PADA ASPEK TAMPILAN P-LKPD .....	86
TABEL 4. 17. CUPLIKAN KOMENTAR PESERTA DIDIK PADA ASPEK PENULISAN DAN TATA BAHASA .....	87
TABEL 4. 18. CUPLIKAN KOMENTAR PESERTA DIDIK PADA ASPEK PEMAHAMAN MATERI.....	87
TABEL 4.19. CUPLIKAN KOMENTAR PESERTA DIDIK PADA ASPEK KETERTARIKAN TERHADAP E-LKPD.....	88

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1. PRINSIP KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN .....	228
GAMBAR 3. 1. <i>OUTPUT</i> TABEL <i>DIMENSIONALITY</i> .....	40
GAMBAR 3. 2. <i>OUTPUT</i> TABEL <i>SUMMARY STATISTIC</i> .....	43
GAMBAR 3. 3. CUPLIKAN ANGKET RESPON PESERTA DIDIK .....	44
GAMBAR 3. 4. CUPLIKAN LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN	45
GAMBAR 3. 5. DIAGRAM ALUR PROSEDUR PENELITIAN.....	45
GAMBAR 4. 1. <i>SCREENSHOT</i> TAMPILAN LUAR <i>WOORKBOOS</i> .....	55
GAMBAR 4. 2. <i>SCREENSHOT</i> TAMPILAN DALAM <i>WOORKBOOS</i> .....	56
GAMBAR 4. 3. PERSENTASE PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK.....	70
GAMBAR 4. 4. PERSENTASE PROFIL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK SETELAH MELAKSANAKAN PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN E-LKPD BERBASIS STEM.....	72
GAMBAR 4. 5. PERBEDAAN RATA-RATA SKOR <i>PRETEST</i> DAN <i>POSTTEST</i> KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	74
GAMBAR 4. 6. SKOR <i>PRETEST</i> DAN <i>POSTTEST</i> PADA SETIAP INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	74
GAMBAR 4. 7. KEGIATAN MENGANALISIS MASALAH.....	75
GAMBAR 4. 8. KEGIATAN MEMBERIKAN ALTERNATIF SOLUSI .....	76
GAMBAR 4. 9. KEGIATAN MEMBERIKAN TANGGAPAN TERHADAP WACANA.....	76
GAMBAR 4. 10. KEGIATAN MERUMUSKAN HIPOTESIS .....	77
GAMBAR 4. 11. KEGIATAN MENJELASKAN PERUBAHAN ENERGI YANG TERJADI PADA PLTA .....	77
GAMBAR 4. 12. KEGIATAN MENJELASKAN PERUBAHAN ENERGI YANG TERJADI PADA PLTB .....	78
GAMBAR 4. 13. KEGIATAN MENJELASKAN PRINSIP KERJA PLTB .....	78
GAMBAR 4. 14. RINCIAN PROSES KONSTRUKSI PROTOTIPE .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 LEMBAR PANDUAN WAWANCARA SEMI TERSTRUKTUR.....	101
LAMPIRAN 2 LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN SOAL.....	103
LAMPIRAN 3 PERBAIKAN INSTRUMEN SOAL SETELAH VALIDASI.....	107
LAMPIRAN 4 KISI-KISI INSTRUMEN SOAL .....	111
LAMPIRAN 5 INSTRUMEN SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	119
LAMPIRAN 6 RUBRIK PENILAIAN SOAL KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	124
LAMPIRAN 7 HASIL PRETEST KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	139
LAMPIRAN 8 HASIL POSTTEST KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS .....	141
LAMPIRAN 9 ANALISIS PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PER INDIKATOR .....	143
LAMPIRAN 10 <i>STORYBOARD</i> E-LKPD .....	148
LAMPIRAN 11 LEMBAR VALIDASI E-LKPD.....	160
LAMPIRAN 12 ANALISI LEMBAR VALIDASI.....	165
LAMPIRAN 13 E-LKPD .....	173
LAMPIRAN 14 CONTOH HASIL Pengerjaan E-LKPD .....	199
LAMPIRAN 15 MODUL AJAR .....	224
LAMPIRAN 16 LEMBAR KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN.....	251
LAMPIRAN 17 ANGGKET RESPON PESERTA DIDIK.....	261
LAMPIRAN 18 ANALISIS ANGGKET RESPON PESERTA DIDIK.....	264
LAMPIRAN 19 DAFTAR NAMA KESEDIAAN PENELITIAN .....	274
LAMPIRAN 20 SURAT IZIN PENELITIAN .....	276
LAMPIRAN 21 SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN .....	277
LAMPIRAN 22 DOKUMENTASI .....	278

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, K. A., Wijaya, A. F., & Tarigan, D. E. (2019, December). Problem based learning dengan konteks esd untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sustainability awareness siswa sma pada materi pemanasan global. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 8, pp. SNF2019-PE).
- Agustina, I. (2019). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 8, 1-9.
- Ai'syah, A., Salma, U. Z., & Dewi, N. R. (2022, August). Pengembangan E-LKPD Berpendekatan STEM Menggunakan Google Form dan Linktree untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. In *Proceeding Seminar Nasional IPA* (pp. 301-314).
- Aiken, L.R. (1985). Three Coefficients for Analyzing The Reliability and Validity of Ratings, Educational and Psychological Measurement
- Allanta, T. R., & Puspita, L. (2021). Analisis keterampilan berpikir kritis dan self efficacy peserta didik: Dampak PjBL-STEM pada materi ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 158-170.
- Amali, K., Kurniawati, Y., & Zulhiddah, Z. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Sains Teknologi Masyarakat pada Mata Pelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(2), 191-202.
- Amalia, D., Zaini, M., & Halang, B. (2022). Kualitas Lkpd Elektronik Pada Konsep Plantae Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Jenjang Sma. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(1), 12-20.
- Amalia, N. F., & Susilaningsih, E. (2014). Pengembangan instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi asam basa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 8(2).
- Amalia, N. F., Minarti, I. B., & Budiastuti, B. (2023). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP dalam Pembelajaran IPA Materi Sistem Peredaran Darah. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 17(1), 152-160.
- Amalia, N. W., Djudin, T., & Oktavianty, E. (2023). IDENTIFIKASI RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP E-LKPD INTERAKTIF BERBASIS

- LIVEWORKSHEETS PADA MATERI SUHU DAN KALOR. *Seroja: Jurnal Pendidikan*, 2(5), 311-319.
- Ardiansyah, R., Diella, D., & Suhendi, H. Y. (2020). Pelatihan pengembangan perangkat pembelajaran abad 21 dengan model pembelajaran project based learning berbasis STEM bagi guru IPA. *Publikasi Pendidikan*, 10(1), 31.
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Asdi Mahasatya.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach (Vol. 722)*. New York: Springer.
- Bryan, L., & Guzey, S. S. (2020). K-12 STEM Education: An overview of perspectives and considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 5-15.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities.
- Choiroh, S. S., Prastowo, S. H. B., & Nuraini, L. (2023). Identifikasi Respon Peserta Didik Terhadap E-Lkpd Interaktif Fisika Berbantuan Live Worksheets Pokok Bahasan Pengukuran. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(4), 144-150.
- Daryanto, J., Rukayah, R., Sularmi, S., Budiharto, T., Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, R., & Saputri, D. Y. (2022). Meningkatkan motivasi belajar peserta didik sekolah dasar melalui pemanfaatan media lkpd interaktif berbasis liveworksheet pada masa revolusi industri 4.0. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 3(2), 319-326.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (science, technology, enggeenering and mathematic) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: jurnal pendidikan dan kebudayaan*, 11(1), 11-22.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2004. *Pedoman Penyusunan LKS dan Skenario Pembelajaran SMA*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Dermawati, N., Suprata, S., & Muzakkir, M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Lingkungan. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 7(1), 74-78.



- Dewi, D. A., Mulyana, A., Ulfa, K., Riswanda, J., Handayani, T., Wicaksono, A., ... & Destiansari, E. (2021, December). Validitas Pengembangan Media Pembelajaran Monopoli Pada Materi Jaringan Hewan Kelas XI Di SMA. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 4, No. 1, pp. 94-103).
- Diani, D. R., Nurhayati, N., & Suhendi, D. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) menulis cerpen berbasis aplikasi android. *Basastra: Jurnal Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 7(2), 1-13.
- Diharjo, R. F., Budijanto, B., & Utomo, D. H. (2017, May). Pentingnya Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Dalam Paradigma Pembelajaran Konstruktivistik. In *Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran dan Pendidikan Dasar 2017* (pp. 445-449).
- Dwiningsih, K., Sukarmin, M., & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan media pembelajaran kimia menggunakan media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran di era global. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(2), 156-176.
- Ennis, R. H. (1987). Critical thinking and the curriculum. *Thinking skills instruction: Concepts and techniques*, 40-48.
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Model pembelajaran project based learning berbasis STEM pada pembelajaran fisika. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 1-4.
- Fithri, S., Pada, A. U. T., Artika, W., Nurmaliah, C., & Hasanuddin, H. (2021). Implementasi LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(4), 555-564.
- Hadi, Sutrisno. (1991). Analisis Butir untuk Instrument Angket, Tes, dan Skala Nilai. Yogyakarta: FPUGM
- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus tradisional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 66(1). 64-74. doi: 10.1119/1.18809
- Halim, A. (2022). Signifikansi dan Implementasi Berpikir Kritis dalam Proyeksi Dunia Pendidikan Abad 21 Pada Tingkat Sekolah Dasar. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(03), 404-418.

- Hasanah, Z., Pada, A. U. T., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. (2021). Implementasi model problem based learning dipadu LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 65-75.
- Hidayat, F., & Muhamad, N. (2021). Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Model in Islamic Education Learning. *J. Inov. Pendidik. Agama Islam*, 1(1), 28-37.
- Husni, M., Hadi, Y. A., Jauhari, S., & Huri, H. (2020). Pengembangan bahan ajar lembar kerja peserta didik (lkpd) berbasis student centered learning (scl) pada kelas v sdn 1 ketangga. *Jurnal DIDIKA: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, 6(2), 294-303.
- Indriani, S., Nuryadi, N., & Marhaeni, N. H. (2022). Respon peserta didik terhadap e-lkpd berbantuan liveworksheets sebagai bahan ajar segitiga dan segiempat. *Journal on Teacher Education*, 3(2), 315-323.
- Jolly, A. (2014). Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week*, 1-11.
- Julian, R., & Suparman, S. (2020). Analisis kebutuhan E-LKPD Untuk Menstimulasi Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah. *Science, Technology, Engineering, Economics, Education, and Mathematics*, 1(1).
- Kemendikbud. (2022). Keputusan Kemendikbud Ristek Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran.
- Khikmiyah, F. (2021). Implementasi web live worksheet berbasis problem based learning dalam pembelajaran matematika. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 1-12.
- Khoiriyyah, N., Qomaria, N., Ahied, M., Putera, D. B. R. A., & Sutarja, M. C. (2022). Pengaruh model project based learning dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Vektor: Jurnal Pendidikan IPA*, 3(2), 55-66.
- Kholifahtus, Y. F., Agustiningsih, A., & Wardoyo, A. A. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 143-151.

- Kiswanto, R. A., Wardani, S., Sudarmin, M. S., & Nurhayati, S. (2024). Pengembangan E-LKPD Bermuatan STEM Terintegrasi Etnosains untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Koloid. *Jurnal Kajian Penelitian Pendidikan dan Kebudayaan*, 2(1), 10-23.
- Lasmi, N. K. (2022). *Ipa Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan pendekatan STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal pendidikan fisika dan teknologi*, 4(2), 202-207.
- Lestari, I. F., & Muhajir, S. N. (2021). Pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi fluida statis. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 1(2), 62-68.
- Lestari, P., & Zulyusri, Z. (2022). Studi Literatur Implementasi Penerapan LKPD Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) Peserta Didik:(Literature Study on the Implementation of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Based LKPD on Students' Critical Thinking Skills (KBK)). *BIODIK*, 8(3), 63-70.
- Margaretha, L., Pasaribu, F. T., & Ramalisa, Y. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM Berbantuan Video Animasi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(1), 90-98.
- Mu'Minah, I. H., & Aripin, I. (2019, November). Implementasi STEM dalam pembelajaran abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 1495-1503).
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan pembelajaran STEM untuk mengh.adapi revolusi industry 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana* (Vol. 2, No. 1, pp. 453-460).
- Murti, S. A. M., & Puspitawati, R. P. (2023). Pengembangan E-LKPD Interaktif berbasis Collaborative Learning pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 12(3), 654-663.

- Nirmayani, L. H., & Dewi, N. P. C. P. (2021). Model pembelajaran berbasis proyek (project based learning) sesuai pembelajaran abad 21 bermuatan tri kaya parisudha. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 4(3), 378-385.
- Nisa, A. R. K., & Nugraheni, A. S. (2021). Efektivitas model pembelajaran berbasis proyek dalam pjj terhadap pemahaman materi. *Alinea: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajaran*, 10(1), 61.
- Orr, K. L., Golas, K. C., & Yao, K. (1994). Storyboard development for interactive multimedia training. *Journal of Interactive Instruction Development*, 6(3), 18-31.
- Paramita, R., Panjaitan, R. G. P., & Ariyati, E. (2018). Pengembangan booklet hasil inventarisasi tumbuhan obat sebagai media pembelajaran pada materi manfaat keanekaragaman hayati. *JIPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 2(2), 83-88.
- Prabowo, A. (2021). Penggunaan liveworksheet dengan aplikasi berbasis web untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 383-388.
- Purnama, G. Y., & Suparman, S. (2020). Analisis kebutuhan E-LKPD penunjang model pembelajaran CTL untuk menstimulus kemampuan berpikir kritis siswa. *Science, Technology, Engineering, Economics, Education, and Mathematics*, 1(1).
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86-96.
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86-96.
- Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini, P. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Penggerak. *Jurnal basicedu*, 6(4), 6313-6319.
- Rati, N. W., Kusmaryatni, N., & Rediani, N. (2017). Model pembelajaran berbasis proyek, kreativitas dan hasil belajar mahasiswa. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 6(1), 60-71.

- Rizkika, M., Putra, P. D. A., & Ahmad, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM pada Materi Tekanan Zat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 7(1), 41-48.
- Rosmalinda, N., Syahbana, A., & Nopriyanti, T. D. (2021). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa SMP dalam menyelesaikan soal-soal tipe PISA. *Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 5(1), 483-496.
- Santoso, S. H., & Mosik, M. (2019). Kefektifan LKS berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 248-253.
- Santoso, S. H., & Mosik, M. (2019). Kefektifan LKS berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 248-253.
- Saputra, H. (2020). Kemampuan berfikir kritis matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim*, 2, 1-7.
- Sastrika, I. A. K., Sadia, W., & Muderawan, I. W. (2013). Pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap pemahaman konsep kimia dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 3(2).
- Shabila, R. L., Bhakti, Y. B., & Fatahillah, F. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 1(2), 95-100.
- Simatupang, H., Sianturi, A., & Alwardah, N. (2019). Pengembangan lkpd berbasis pendekatan science, technology, engineering, and mathematics (stem) untuk menumbuhkan keterampilanberpikir kritis siswa. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 7(4).

- Siswanto, J. (2018). Keefektifan pembelajaran fisika dengan pendekatan stem untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2).
- Sudjana, N. (2011). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung : PT Remaja Rosda Karya.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sumintono & Widhiarso. (2015). Aplikasi pemodelan RASCH pada assessment pendidikan. Cimahi: Trim komunikata.
- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). pentingnya lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) inovatif dalam proses pembelajaran abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(07), 1256-1268.
- Taufik, M., & Doyan, A. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis google sites untuk meningkatkan kemampuan penguasaan konsep dan berpikir kritis peserta didik SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3), 1167-1173
- Tinenti, Y. R. (2018). *Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) dan penerapannya dalam proses pembelajaran di kelas*. Deepublish.
- Torlakson, T. (2014). Innovate a blueprint for STEM education-science (CA Dept of Education). *Californians Dedicated to Education Foundation*, 1-49.
- Wahyuni, I. A. G. S., Astawa, I. W. P., & Suharta, I. G. P. (2024). Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa pada Materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linear. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 14(2), 489-497.
- Wahyuni, K. S. P., Candiasa, I. M., & Wibawa, I. M. C. (2021). Pengembangan E-LKPD Berbasis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Mata Pelajaran Tematik Kelas IV Sekolah Dasar. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(2), 301-311.
- Wayudi, M., Suwatno, S., & Santoso, B. (2020). Kajian analisis keterampilan berpikir kritis siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 5(1), 67-82.

- Widiyani, A., & Pramudiani, P. (2021). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis software liveworksheet pada materi PPKn. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 5(1), 132-141.
- Wijayanti, R., & Siswanto, J. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sumber-sumber Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 109-113.
- Wulandari, I., & Oktaviani, N. M. (2021). Validitas Bahan Ajar Kurikulum Pembelajaran Untuk Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 7(1).
- Zahroh, D. A., & Yuliani, Y. (2021). Pengembangan e-LKPD berbasis literasi sains untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pertumbuhan dan perkembangan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(3), 605-616.
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. M. (2020). Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D). Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.
- Zubaidah, S. (2010, January). Berpikir Kritis: kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains. In Makalah Seminar Nasional Sains dengan Tema Optimalisasi Sains untuk memberdayakan Manusia. Pascasarjana Unesa (Vol. 16, No. 1, pp. 1-14).