

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK  
PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

**SKRIPSI**

*diajukan sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada  
Program Studi Pendidikan Fisika*



Oleh  
**Rahma Khoirunnissa**  
NIM 2008479

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

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK  
PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Oleh

**RAHMA KHOIRUNNISSA**

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika

© Rahma Khoirunnissa 2024  
Universitas Pendidikan Indonesia  
April, 2024

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian  
dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari peneliti

**HALAMAN PENGASAHAN**

**RAHMA KHOIRUNNISSA**  
**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN**  
**KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**  
**PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

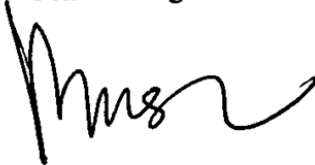
Pembimbing I



**Irma Rahma S, S.Si., M.Pd., Ph.D.**

NIP. 198105032008012015

Pembimbing II

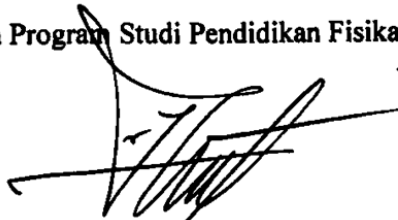


**Dr. Muslim, M.Pd.**

NIP. 196406061990031003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika



**Dr. Achmad Samsudin, S.Pd., M.Pd.**

NIP. 198310072008121004

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Rahma Khoirunnissa

NIM : 2008479

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan skripsi dengan judul “Penerapan Pembelajaran STEM-PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Suhu dan Kalor” 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, Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Rahma Khoirunnissa

NIM.2008479

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan, kesabaran, dan ketekunan bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Penerapan Pembelajaran STEM-PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Suhu dan Kalor”.

Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi syarat kelulusan dan tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Dengan segala keterbatasan penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun bagi penulis diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan pengetahuan dan menjadi satu karya yang bermanfaat.

Bandung, Mei 2024

Penulis,



Rahma Khoirunnissa

NIM.2008479

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka penulisan skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Irma Rahma S, S.Si., M.Pd., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Muslim, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, bantuan, dan kesabaran bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Duden Saepuzaman, S.Pd., M.Pd., M.Si. dan Ibu Dra. Hj. Heni Rusnayati, M.Si. yang telah bersedia menjadi *judges* dalam proses *judgment* instrumen penelitian penulis dan memberikan saran-saran perbaikan sehingga penulisan skripsi dapat terselesaikan dengan lancar.
3. Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang membimbing, membantu, dan memberi motivasi selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
4. Ibu Putri Afira Damayanti, S.Pd. selaku guru mata pelajaran fisika yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian.
5. Orang tua tercinta, Bapak Asep Solihin dan Ibu Eli Siti Latifah yang telah memberi motivasi dan dukungan baik moril maupun materil, serta kasih sayang, perhatian, waktu, tenaga dan doa yang tiada henti mengiringi setiap langkah penulis sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
6. Miftah Hafidz Siddiq, S.Pd. yang telah menjadi rumah kedua dan senantiasa membersamai penulis serta memberikan banyak dukungan, waktu, tenaga, pikiran dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

Dan seluruh pihak yang memberikan bantuan kepada penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga kebaikan dan dukungan dari seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini selalu mendapatkan rahmat dan karunia dari Allah SWT dalam setiap perjalanan hidupnya. Aamiin.

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PBL UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK  
PADA MATERI SUHU DAN KALOR**

Rahma Khoirunnissa<sup>1\*</sup>, Irma Rahma Suwarma<sup>2</sup>, Muslim<sup>3</sup>.  
*Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia  
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia*

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

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilatarbelakangi pentingnya memiliki keterampilan abad 21, salah satunya keterampilan berpikir kritis. Akan tetapi, fakta menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik belum sepenuhnya terealisasi secara optimal. Berdasarkan hasil studi pendahuluan dan studi literatur menunjukkan bahwa keterampilan peserta didik berada pada kategori rendah hingga sedang. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penerapan pembelajaran STEM-PBL pada materi suhu dan kalor. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif yaitu *pre-experimental* dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian ini melibatkan peserta didik kelas XI SMA dengan jumlah 36 orang peserta didik sebagai sampel penelitian. Teknik pengumpulan data menggunakan tes formatif berbentuk uraian berbasis keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan penerapan pembelajaran STEM-PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan nilai N-gain sebesar 0.5, dengan kategori sedang. Perolehan N-gain tertinggi pada kemampuan memberikan penjelasan sederhana dan terendah pada kemampuan memberikan penjelasan lebih lanjut. Secara keseluruhan penerapan pembelajaran STEM-PBL memberikan pengaruh yang positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir.

**Kata Kunci:** Keterampilan Berpikir Kritis, PBL, STEM

**THE IMPLEMENTATION OF STEM-PBL LEARNING TO ENHANCE  
STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS IN THE TOPIC OF  
TEMPERATURE AND HEAT**

Rahma Khoirunnissa<sup>1\*</sup>, Irma Rahma Suwarma<sup>2</sup>, Muslim<sup>3</sup>.  
Departement of Physics Education, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia  
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

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

**ABSTRACT**

*This research is motivated by the importance of having 21st century skills, one of which is critical thinking skills. However, the facts show that students' critical thinking skills have not been fully realized optimally. Based on the results of preliminary studies and literature studies show that students' critical thinking skills are in the low to medium category. This research aims to enhance students' critical thinking skills through the implementation of STEM-PBL learning in the topic of temperature and heat. The research method used is quantitative research, specifically a pre-experimental design with the One Group Pretest-Posttest Design. This study involved 36 eleventh-grade students high school as the research sample. Data collection was done through a formative test based on critical thinking skill indicators. The research results indicate that the implementation of STEM-PBL learning can enhance students' critical thinking skills with an N-gain value of 0.5, categorized as moderate. The highest N-gain was achieved in the indicator of providing simple explanations, while the lowest was in the indicator of providing further explanations. Overall, the implementation of STEM-PBL learning has a positive impact on improving students' thinking skills and learning outcomes.*

**Keywords:** *Critical Thinking Skill, PBL, STEM*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGASAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Tujuan .....	6
1.5 Manfaat .....	6
1.6 Definisi Operasional .....	6
1.7 Struktur Organisasi Skripsi.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	9
2.1 Keterampilan Berpikir Kritis .....	9
2.2 Pendekatan STEM .....	12
2.3 Model <i>Problem Based Learning</i> .....	16
2.4 Hubungan STEM-PBL.....	19
2.5 Hubungan Penerapan Pembelajaran STEM-PBL Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis .....	21
2.6 Tinjauan Konsep Suhu dan Kalor .....	24
2.7 Penelitian Terdahulu .....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Metode dan Desain Penelitian .....	34

3.2 Populasi dan Sampel.....	34
3.3 Variabel Penelitian.....	34
3.4 Prosedur Penelitian .....	35
3.5 Instrumen Penelitian .....	37
3.6 Teknik Analisis Instrumen.....	37
3.7 Teknik Analisis Data.....	50
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	54
4.1 Karakteristik Pembelajaran STEM-PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Suhu dan Kalor.....	54
4.2 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Setelah Penerapan Pembelajaran STEM-PBL pada Materi Suhu dan Kalor .....	65
4.3 Pengaruh Penerapan Pembelajaran STEM-PBL untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	83
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	86
5.1 Simpulan .....	86
5.2 Implikasi .....	87
5.3 Rekomendasi.....	87
DAFTAR PUSTAKA .....	88
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	94

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kemampuan Berpikir Kritis.....	11
Tabel 2.2 <i>Framework</i> Pandang Pendekatan STEM.....	15
Tabel 2.3 Tahapan Pembelajaran PBL.....	18
Tabel 2.4 Tahapan Pembelajaran STEM-PBL.....	19
Tabel 2.5 Matriks STEM-PBL terhadap Keterampilan Berpikir Kritis.....	23
Tabel 2.6 Kalor Jenis Zat .....	25
Tabel 2.7 Koefisien Muai Volume Beberapa Zat Cair .....	27
Tabel 2.8 Koefisien Muai Panjang Beberapa Zat Padat .....	28
Tabel 2.9 Koefisien Konduktivitas Termal .....	31
Tabel 3.1 Desain Penelitian <i>One Group (pretest - posttest) Design</i> .....	34
Tabel 3.2 Indek V Aiken.....	39
Tabel 3.3 Hasil Analisis Data Validasi Instrumen Tes KBK.....	40
Tabel 3.4 Kategori Nilai Uji Unidimensionalitas .....	41
Tabel 3.5 Kategori Nilai Validitas Konstruk .....	42
Tabel 3.6 Pelaporan Uji Validitas .....	43
Tabel 3.7 Kriteria Reliabilitas Instrumen .....	44
Tabel 3.8 Kriteria Reliabilitas <i>Person</i> dan <i>Item</i> .....	44
Tabel 3.9 Pelaporan Uji Reliabilitas .....	45
Tabel 3.10 Pelaporan Parameter Butir .....	49
Tabel 3.11 Interpretasi Skor Keterlaksanaan .....	50
Tabel 3.12 Interpretasi Nilai N-gain .....	51
Tabel 4.1 Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PBL.....	56
Tabel 4.2 Hasil Uji N-gain Keterampilan Berpikir Kritis.....	66
Tabel 4.3 Hasil Uji N-gain Indikator Keterampilan Berpikir Kritis .....	66
Tabel 4.4 Rekap Jawaban <i>Pretest Posttest</i> Pada Soal 3 Kemampuan Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut .....	76
Tabel 4.5 Rekap Jawaban <i>Pretest Posttest</i> Pada Soal 4 Kemampuan Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut .....	77
Tabel 4.6 Uji Normalitas Menggunakan IBM Statistika SPSS.....	83

Tabel 4.7 Uji <i>Paired Sample t test</i> Menggunakan IBM Statistika SPSS.....	84
Tabel 4.8 Rekapitulasi Nilai Peserta Didik.....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Perubahan Wujud Zat .....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	36
Gambar 3.2 Hasil Analisis Uji Validitas Konstruk.....	41
Gambar 3.3 Hasil Analisis Data Fit .....	43
Gambar 3.4 Hasil Analisis Uji Reliabilitas .....	45
Gambar 3.5 Hasil Analisis Daya Diskriminasi Item.....	46
Gambar 3.6 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Item .....	47
Gambar 3.7 Hasil Analisis Nilai Logit, outfit MNSQ, dan <i>Pt Measure Corr</i> .....	48
Gambar 4.1 Kegiatan Merumuskan Masalah dan Hipotesis LKPD 1 <i>Scientific Practice</i> .....	68
Gambar 4.2 Kegiatan Merumuskan Masalah dan Hipotesis <i>Scientific Practice</i> ..	68
Gambar 4.3 Kegiatan Merumuskan Masalah dan Hipotesis LKPD 4 <i>Engineering Practice</i> .....	69
Gambar 4.4 Kegiatan Mengumpulkan Data LKPD 1 <i>Scientific Practice</i> .....	70
Gambar 4.5 Kegiatan Mengumpulkan Data <i>Scientific Practice</i> .....	71
Gambar 4.6 Kegiatan Mengumpulkan Data LKPD 4 <i>Engineering Practice</i> .....	72
Gambar 4.7 Kegiatan Membuat Desain <i>Cooler Box</i> Sederhana LKPD 4 <i>Engineering Practice</i> .....	73
Gambar 4.8 Kegiatan Pengolahan Data LKPD 1 Tahap <i>Scientific Practice</i> .....	74
Gambar 4.9 Kegiatan Pengolahan Data Tahap <i>Scientific Practice</i> .....	75
Gambar 4.10 Kegiatan Pengolahan Data LKPD 4 <i>Engineering Practice</i> .....	76
Gambar 4.11 Soal 3 Kemampuan Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut.....	
Gambar 4.12 Soal 4 Kemampuan Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut.....	
Gambar 4.13 Kegiatan Membuat Kesimpulan LKPD 1 <i>Scientific Practice</i> .....	79
Gambar 4.14 Kegiatan Membuat Kesimpulan <i>Scientific Practice</i> .....	80
Gambar 4.15 Kegiatan Membuat Kesimpulan LKPD 4 <i>Engineering Practice</i> ....	80
Gambar 4.16 Kegiatan Menentukan Suatu Tindakan LKPD 1 <i>Scientific Practice</i> .....	81

Gambar 4.17 Kegiatan Menentukan Suatu Tindakan LKPD 4 Tahap *Engineering Practice* .....82

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) .....	95
Lampiran 2 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) .....	118
Lampiran 3 Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis Materi Suhu dan Kalor .....	134
Lampiran 4 Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran .....	147
Lampiran 5 Kisi-Kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran.....	159
Lampiran 6 Lembar Validasi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis .....	171
Lampiran 7 Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran .....	175
Lampiran 8 Hasil Validasi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis .....	183
Lampiran 9 Rekapitulasi Validasi Ahli.....	193
Lampiran 10 Hasil Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis .....	198
Lampiran 11 Hasil <i>Pretest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Materi Suhu dan Kalor .....	200
Lampiran 12 Hasil <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Materi Suhu dan Kalor .....	202
Lampiran 13 Hasil Perhitungan N-gain Keterampilan Berpikir Kritis .....	204
Lampiran 14 Surat Izin Penelitian.....	206
Lampiran 15 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian .....	207
Lampiran 16 Dokumentasi Penelitian.....	208

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyar, D. B., Prihastari, E. B., Setyaningsih, R., Rispatiningsih, D. M., Zanthi, L. S., Fauzi, M., ... & Kurniasari, E. (2021). *Model-Model Pembelajaran*. Pradina Pustaka.
- Alyspa, J. R., Suyidno, S., & Miriam, S. (2022). Kelayakan Problem Based Learning Dipadu STEM untuk Meningkatkan Literasi Digital Peserta Didik. *Journal of Banua Science Education*, 3(1), 46-60.
- Andi Fatimatul I., dkk. (2018). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan LKS Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Siswa SMAN 1 Lingsar Tahun Ajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Fisika*, (6)1, 29-36.
- Arifah, N., Kadir, F., & Nuroso, H. (2021). Hubungan Antara Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Fisika. *Karst: Jurnal Pendidikan dan Terapannya*, 4(1), 14-20.
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (Edisi 2, Cetakan keempat). Jakarta : Bumi Aksara.
- Arinalhaq, Z. F. (2023). *Pengembangan Instrumen Four-Tier Diagnostic Test Untuk Mengidentifikasi Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Suhu Dan Kalor*. (Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia).
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh model problem based learning terintegrasi stem terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *JEC*, 2(1), 33.
- Bond, T. & Fox, C. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences (2nd)*. LEA.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms. *Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*.



- Dotimineli, A. & Mawardi, M. (2021) Development of STEM integrated PBL-based student worksheets in energetic materials of first-year students. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1), 1-7.
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Pada Pembelajaran Fisika. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2019*, 1(4), 1-4.
- Ennis, R. H. (2011) *The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. University of Illinois.
- Febrianto, T., Ngabekti, S., & Saptono, S. (2021). The effectiveness of schoology-assisted PBL-STEM to improve critical thinking ability of junior high school students. *Journal of Innovative Science Education*. 10(2), 222-229.
- Firman, H. (2016). Pendidikan STEM : Apa. Mengapa, Bagaimana?. Universitas Pendidikan Indonesia : 1-9.
- Fisher, A. (2009) *Berpikir Kritis Sebuah Pengantar* (Terjemahan Benyamin Hadinata). Jakarta: Erlangga.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Score*. USA.
- Halim, A., Suriana, S., & Mursal, M. (2017). Dampak Problem Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Ditinjau dari Gaya Berpikir Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 1-10.
- Hilmi, S. A., Suwarma, I. R., Rusnayati, H., Kaniawati, I., & Suhendi, E. (2020). Analisis pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan creative problem solving siswa. *In Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 1(1), 91-98.
- Kanginan, Marthen. (2022). *Buku Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga.
- Kemendikbud. (2016). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

- Kemendikbud. (2018). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Kiromah, A., Sudarti, S., & Rohatin, R. (2020). Analisis aktivitas belajar siswa pada pembelajaran fisika menggunakan model problem based Learning Dengan Pendekatan STEM (Pokok Bahasan Gaya dan Hukum Newton). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(4), 165-168.
- Kurniansyah, A. F. (2018). *Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X-IPA MAN Batu Materi Momentum Impuls*. (Doctoral dissertation Universitas Negeri Malang).
- Kusrini. (2020). Suhu dan Kalor. [https://repositori.kemdikbud.go.id/22210/1/XI\\_Fisika\\_KD-3.5\\_Final](https://repositori.kemdikbud.go.id/22210/1/XI_Fisika_KD-3.5_Final)
- Mita, D. A., dkk. (2020). Model Problem Based Learning (PBL) Dengan Pendekatan Science Technology Engineering Mathematics (STEM) Dalam Pembelajaran Fisika Materi Elastisitas di Kelas XI MIPA 4 SMA Negeri 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 50-54.
- Nainggolan, S. S., Johan, D. H. P., & Purwanto, A. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar di SMAN 7 Kota Bengkulu. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 14(1), 39-48.
- Nanda Rizky F. K., dkk. (2020). Analisis Keaktifan Belajar Siswa Menggunakan Model Project Based Learning dengan Pendekatan STEM Pada Pembelajaran Fisika Materi Elastisitas di Kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 71-77.
- Nasrum Akbar. (2018). *UJI NORMALITAS DATA untuk Penelitian*. Bali : Jayapangus Press.

- Nurazmi, N., & Bancong, H. (2021). Integrated STEM-Problem Based learning Model: Its Effect on Students' Critical Thinking. *Physics Education Journal*, 4(2), 70-77.
- Maulidia, A., Lesmono, A. D., & Supriadi, B. (2019). Inovasi Pembelajaran Fisika Melalui Penerapan Model PBL (Problem Based Learning) Dengan Pendekatan Stem Education Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke di SMA. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 185-190.
- Muliakoswara, M. H. (2023). *Penerapan Pembelajaran Stem-Esd Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Sustainability Consciousness Pada Materi Energi Terbarukan*. (Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia).
- OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- Parasamy, C. E., Wahyuni, A., & Hamid, A. (2017). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Fisika Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, (2)1, 42-49.
- Permanasari, A., Rubini, B., & Nugroho, O.F. 2021. STEM Education in indonesia: science teachers' and students' perspectives. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 2(1), 7-16.
- Putri, A. N. L., Sutarto, S., & Wahyuni, D. (2024). Meta Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(1), 43-48.
- Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020). *Problem Based Learning Terintegrasi STEM di Era Pandemi Covid-19 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa*. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 4(2), 193-204.

- Putri, Y.E.E., Lesmono, A.D., Nuraini, L. (2022). Sikap Ilmiah Siswa menggunakan Model Problem Based Learning dengan pendekatan STEM pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran*, 9(1), 42-50.
- Ramli, Y., & Irawan, F. (2023). Pengaruh Pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Jeumpa*, 10(2), 269-277.
- Ridha, M. R., Zuhdi, M., & Ayub, S. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 223-228.
- Rohmah, H. N., Suherman, A., & Utami, I. S. (2021). Penerapan Problem Based Learning berbasis STEM pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(2), 117-123.
- Rosidin, U., Distrik, I. W., & Herlina, K. (2018). The Development of Assessment Instrument for Learning Science to Improve Student's Critical and Creative Thinking Skills. *International Conference on Educational Assessment and Policy. 1*, 61-67.
- Sani, A. H. (2015). Pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik dan kaitannya dengan menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Jurnal Pendidikan ISBN*. 978-602.
- Sari, S. N., Nurdianti, D., & Maulana, B. S. (2022). Telaah pengintegrasian STEAM pada model problem based learning terhadap adversity quotient siswa. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 598-605.
- Shoimin, Aris. (2014). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta : Ar-ruzz Media.
- Singgih Santoso. (2014). *Panduan Lengkap SPSS Versi 20 Edisi Revisi*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Sofyan, H., Wargian, Komariah, K., & Triwoyono, E. (2017). *Problem Based Learning dalam Kurikulum Merdeka*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung : Alfabeta.

- Sumintono, B & Widhiarso, W. (2015). Aplikasi Pemodelan RASCH Pada Assessment Pendidikan. Trim Komunikata.
- Syafriani, D., Darmana, A., Syuhada, F. A., & Sari, D. P. (2023). Buku Ajar Statistik: Uji Beda Untuk Penelitian Pendidikan (Cara dan Pengolahannya dengan SPSS).
- Syukri, M., Ernawati. (2020). Peningkatan Minat Belajar Siswa Melalui Model PBL Berbasis Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pencerahan*, 14(2), 1693-7775.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & Koes, S. (2016). STEM: Apa, Mengapa, Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*. Pascasarjana UM, 1, 976-984.
- Zubaidah, S. (2010, January). Berpikir Kritis: kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran sains. In *Seminar Nasional Sains* (pp. 1-14).
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) : Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad ke-21. *Seminar Nasional Matematika dan Sains*. Universitas Wiralodra Indramayu.
- Zulfawati, Z., Mayasari, T., & Handhika, J. (2022). The Effectiveness of the Problem-Based Learning Model Integrated STEM Approach in Improving the Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 12(1), 76-91.