

**EFEKTIVITAS STEM-PjBL UNTUK MENINGKATKAN  
KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH DAN  
KOMUNIKASI SISWA PADA MATERI ENERGI  
ALTERNATIF**

**TESIS**

*Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Magister Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika*



Disusun oleh :

Roslina

2105122

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

**2023**

# LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ROSLINA

(2105122)

## EFEKTIVITAS STEM-PjBL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PE MECAHAN MASALAH DAN KOMUNIKASI SISWA PADA MATERI ENERGI ALTERNATIF

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing 1



**Dr. Hj. Winny Liliawati, M.Si.**

NIP. 197812182001122001

Pembimbing 2



**Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si.**

NIP.197706162001122002

Mengetahui,  
Ketua Program Sarjana dan Magister Studi Pendidikan Fisika



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

NIP.19831007200812004

---

EFEKTIVITAS STEM-PjBL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN  
PEMECAHAN MASALAH DAN KOMUNIKASI SISWA PADA MATERI  
ENERGI ALTERNATIF

Oleh  
Roslina, S.Pd.

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada program studi Pendidikan Fisika

© Roslina 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,  
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Efektivitas STEM-PjBL Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Dan Komunikasi Siswa Pada Materi Energi Alternatif” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 17 tahun 2020 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan pada tesis ini dan/ atau 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.

Bandung    Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan



Roslina, S.Pd  
NIM.2105122

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya. sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Tesis yang berjudul "Efektivitas STEM-PjBL Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Dan Komunikasi Siswa Pada Materi Energi Alternatif". Dalam tesis ini dibahas mengenai efektivitas STEM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan komunikasi siswa pada materi energi alternatif. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister (M.Pd.) Program Studi Pendidikan Fisika UPI Bandung.

Selama penelitian dan penulisan tesis ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis beranggapan bahwa tesis ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis persembahkan setelah karya tesis sebelumnya. Tetapi penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan didalamnya terdapat berbagai kekurangan, Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Bandung Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan



Roslina, S.Pd  
NIM.2105122

## UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (5) إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (6)  
(الإنشراح, 5-6)

Artinya: “Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada tuhanmulah kamu berharap” (QS. Al-Insyirah ayat 5-6)

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga dan tak kenal waktu. Selain itu, sholawat dan salam senantiasa dihanturkan untuk manusia paling sempurna didunia ini yakni Nabi Muhammad SAW. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang terlibat dalam membantu penulisan tesis ini, terutama kepada pihak yang terhormat:

1. Cinta pertama dan panutanku, Ayahanda Rusli dan ibunda Indo Illang. Mereka memang tidak sesempurna seperti orang tua lainnya, namun beliau mampu memdidik penulis, memberikan semangat dan motivasi tiada hentinya hingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
2. Nenek, kakek dan paman-pamanku, terima kasih telah merawatku sedari kecil hingga sampai kejenjang pendidikan magister, terimakasih juga telah memberikan bantuan, semangat, dan doa tiada hentinya menjadi kekuatan, pendorong bagi penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Terima kasih atas kesabaran dan kebesaran hati menghadapi penulis yang keras kepala ini. Terima kasih sudah menjadi rumah tempatku untuk pulang.
3. Ibu Dr. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si sebagai pembimbing pertama tesis sekaligus pembimbing akademik dan ibu Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si sebagai pembimbing kedua tesis. Terima kasih atas waktu, kesempatan, arahan, bimbingan, dan ilmu berharga yang telah diberikan. Terima kasih atas kesabaran Ibu selama membimbing saya, semoga Allah membalas kebaikan dan ketulusan Ibu.
4. Bapak Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fiska Universitas Pendidikan Indonesia, terima kasih atas

dukungan, pertolongan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.

5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Kepada Rosila Rusli, Roslan Rusli, Indo oji dan Nurkahira, terima kasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh pendidikan selama ini, terima kasih atas semangat, doa dan cinta serta materil yang tak pernah putus yang diberikan kepada penulis. Kedepan semoga kita sama-sama tumbuh menjadi versi paling hebat.
7. Kepada Muslim, yang selalu memberi inspirasi untuk terus melangkah maju kedepan, menjadi teman bertukar pikiran, tempat berkeluh kesah dan menjadi *support system* penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas waktu, doa dan seluruh hari baik yang diberikan kepada penulis selama ini.
8. Teman-teman seperjuangan teh Harpian, Tari, teh Alfi terima kasih yang telah bersedia membantu dan menjawab segala kebutuhan dan kebingungan penulis selama penulisan tesis. Terima kasih telah bersedia mendengarkan segala cerita kehidupan penulis.
9. Sahabat-sahabat mahasiswa seangkatan Fisika 2021 yang telah menjadi partner diskusi dan memberikan motivasinya dalam penulisan tesis ini.
10. Dan yang terakhir, terima kasih kepada diri penulis. Kamu hebat bisa tetap berdiri tegap menghadapi segala lika liku hidup walau kadang jenuh dan ingin berhenti. Kamu keren dan hebat, Dekna

Atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga. Semoga Allah SWT membalasnya.

Bandung, Agustus 2023



Roslina, S.Pd  
NIM.2105122

# EFEKTIVITAS STEM-PjBL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOMUNIKASI SISWA PADA MATERI ENERGI ALTERNATIF

Roslina

2105122

Pembimbing I : Dr. Hj. Winny Liliawati, M.Si.

Pembimbing II : Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si.

Program Studi Pendidikan Fisika S2, FPMIPA-UPI Tahun 2023

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efektivitas STEM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan komunikasi siswa pada materi energi alternatif. Penelitian ini menggunakan (*Quasi Experiment*) dengan desain *non-equivalent control group design*. Sampel penelitian dilakukan pada kelas eksperimen yaitu MIPA II berjumlah 36 siswa dan kelas kontrol yaitu X MIPA III berjumlah 35 siswa. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *Total Sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-Gain keterampilan pemecahan masalah pada kelas eksperimen yaitu sebesar 0,68 dengan kategori sedang sedangkan pada kelas kontrol sebesar 0,38 dengan kategori sedang. Rata-rata N-Gain hasil keterampilan komunikasi ilmiah pada kelas eksperimen yaitu sebesar 0,63 dengan kategori sedang sedangkan pada kelas kontrol sebesar 0,32 dengan kategori sedang. Hasil keduanya menunjukkan adanya peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan komunikasi ilmiah siswa pada materi energi alternatif pada kelas eksperimen. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM dalam model *Project Based Learning* (PjBL) efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan komunikasi ilmiah siswa pada materi energi alternatif.

Kata Kunci : STEM-PjBL, Pemecahan Masalah, Komunikasi Ilmiah



# **THE EFFECTIVENESS OF STEM-PJBL TO IMPROVE PROBLEM-SOLVING SKILLS AND COMMUNICATION SKILLS IN ALTERNATIVE ENERGY MATERIALS**

Roslina

2105122

Mentor I : Dr. Hj. Winny Liliawati, M.Si.

Mentor II : Prof. Dr. Lilik Hasanah, M.Si.

Departement of Physisc Education S2, FPMIPA-UPI Year 2023

## **ABSTRACT**

This study aims to investigate the effectiveness of STEM-PjBL to improve students' problem solving and communication skills on alternative energy materials. This study used (Quasi Experiment) with a non-equivalent control group design. The research sample was conducted in the experimental class, namely MIPA II, totaling 36 students and the control class, namely X MIPA III, totaling 35 students. The sampling technique in this study used the Total Sampling technique. The results showed that the average value of N-Gain problem solving skills in the experimental class was 0.68 in the moderate category while in the control class it was 0.38 in the moderate category. The average N-Gain results of scientific communication skills in the experimental class were 0.63 in the moderate category while in the control class it was 0.32 in the medium category. The results of both indicate an increase in students' problem solving and scientific communication skills on alternative energy material in the experimental class. Thus it can be concluded that the STEM approach in the Project Based Learning (PjBL) model is effective in improving students' problem solving and communication skills on alternative energy material.

Keywords: STEM-PjBL, Problem Solving skills, Scientific Communication skills

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Pertanyaan Penelitian.....	6
1.5 Definisi Operasional .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	8
1.7 Struktur Organisasi .....	9
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Pembelajaran STEM-PjBL .....	10
2.2 Keterampilan Pemecahan Masalah .....	18
2.3 Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	19
2.4 Hubungan antara STEM-PjBL Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Ilmiah .....	21
2.5 Penelitian yang Relevan .....	22
2.6 Deskripsi Materi Sumber Energi.....	23
2.7 Kerangka Pikir Penelitian .....	24
2.8 Hipotesis Penelitian .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	28
3.2 Populasi dan Sampel .....	28
3.3 Instrumen Penelitian .....	29

3.4	Teknik Analisis Data Instrumen.....	31
3.5	Prosedur Penelitian .....	44
3.6	Teknik Analisis Data.....	48
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>49</b>
4.1	Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Fisika .....	51
4.2	Peningkatan Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	73
4.3	Keefektifan Pembelajaran STEM-PjBL dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Ilmiah.....	91
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, REKOMENDASI</b>		
5.1	Simpulan.....	101
5.2	Implikasi .....	101
5.3	Rekomendasi .....	102
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>103</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Definisi Literasi STEM .....	10
Tabel 2.2 Dimensi <i>Scientific Practice</i> dan <i>Engineering Practice</i> dalam Pendekatan STEM.....	12
Tabel 2.3 Sintak STEM-PjBL .....	16
Tabel 2.4 Tahap Pembelajaran STEM-PjBL.....	18
Tabel 2.5 Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah.....	19
Tabel 2.6 Keterampilan Komunikasi Ilmiah dan Sub keterampilan .....	20
Tabel 2.7 Hubungan antara sintaks pembelajaran STEM-PjBL terhadap kemampuan pemecahan masalah dan komunikasi.....	21
Tabel 3. 1 Bagan <i>Non-Equivalent Control Group Design</i> .....	28
Tabel 3.2 Distribusi Tes Keterampilan Pemecahan Masalah .....	29
Tabel 3.3 Format Tes Keterampilan Komunikasi Tulisan.....	30
Tabel 3.4 Kriteria Penilaian Butir Soal.....	32
Tabel 3.5 Indeks CVR untuk Validasi Isi .....	33
Tabel 3.6.Nilai Minimum CVR Uji Satu Pihak $A = 0,5$ .....	33
Tabel 3.7 Indeks CVR untuk Validasi Isi .....	33
Tabel 3.8 Hasil CVR dan CVI Tes Keterampilan Pemecahan Masalah.....	33
Tabel 3.9 Hasil CVR dan CVI Tes Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	34
Tabel 3.10 Saran Dan Perbaikan Dari Validator Untuk Tes Keterampin Pemecahan Masalah.....	36
Tabel 3.11 Saran Dan Perbaikan Dari Validator Untuk Tes Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	37
Tabel 3.12 Kriteria Validitas Butir Soal .....	39
Tabel 3.13 Rekapitulasi Hasil Validasi Keterampilan Pemecahan Masalah.....	39
Tabel 3.14 Rekapitulasi Hasil Validasi Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	40
Tabel 3.15 Kriteria Reabilitas Tes Hasil Belajar.....	41
Tabel 3.16 Kriteria Indeks Taraf Kesukaran .....	42
Tabel 3.17 Rekapitulasi hasil uji taraf kesukaran Keterampilan Pemecahan Masalah...42	
Tabel 3.18 Rekapitulasi Hasil Uji Taraf Kesukaran Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	42
Tabel 3.19 Kriteria Daya Pembeda Soal .....	43

Tabel 3.20 Rekapitulasi hasil daya pembeda keterampilan pemecahan masalah .....	44
Tabel 3.21 Rekapitulasi Hasil Daya Pebeda Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	44
Tabel 3.22 Interpretasi nilai N-Gain .....	48
Tabel 3.24 Interpretasi <i>Effect Size Cohen's</i> .....	50
Tabel. 4.1 Hasil Pretest dan Posttest Keterampilan Pemecahan Masalah Fisika .....	51
Tabel 4.2 Uji Normalitas Keterampilan Pemecahan Masalah.....	54
Tabel 4.3 Uji Homogenitas Keterampilan Pemecahan Masalah .....	55
Tabel 4.4 Hasil Uji Hipotesis Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa.....	55
Tabel 4.5. Skor Rata-rata Tes awal, Tes akhir dan N-Gain pada setiap Aspek Keterampilan pemecahan masalah .....	57
Tabel. 4.6 Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttets</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah (KKI) .....	73
Tabel 4.7 Uji Normalitas Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	76
Tabel 4.8 Uji Homogenitas Keterampilan Komunikasi .....	76
Tabel 4.9 Hasil Uji Hipotesis Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	77
Tabel 4.10 Skor Rata-rata Tes awal, Tes akhir dan N-Gain pada setiap Aspek Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	79
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i> Keterampilan Pemecahan Masalah .....	91
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i> Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sintaks <i>Project Based Learning</i> .....	14
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir .....	26
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian .....	47
Gambar.4.1 Rata-rata N-gain Kerampilan Pemecahan Masalah.....	52
Gambar.4.2 Persentase Banyaknya Siswa Tiap Kategori Peningkatan N-Gain Keterampilan Pemecahan Masalah .....	53
Gambar 4.3 Jawaban Siswa Pada Aspek Memfokuskan Masalah Kelas Eksperimen....	60
Gambar 4.4 Jawaban Siswa Kelas Kontrol Pada Aspek Memfokuskan Masalah.....	61
Gambar 4.5 Jawaban Siswa Aspek Mendeskripsikan Masalah kedalam Konsep Fisika Kelas Eksperimen.....	62
Gambar 4.6 Jawaban Siswa Aspek Mendeskripsikan Masalah Kedalam Fisika Kelas Kontrol.....	62
Gambar 4.7 Jawaban Siswa Kelas Eksperimen Pada Aspek Merencanakan Solusi.....	66
Gambar 4.8 Jawaban Siswa Kelas Kontrol Pada Aspek Merencanakan Solusi.....	66
Gambar 4.9 Jawaban Siswa Kelas Eksperimen Pada Aspek Melaksanakan Solusi .....	67
Gambar 4.10 Jawaban Siswa Kelas Kontrol Pada Aspek Melaksanakan Solusi .....	67
Gambar 4.11 Jawaban Siswa Kelas Eksperimen Pada Aspek Evaluasi Jawaban .....	70
Gambar 4.12 Jawaban Siswa Kelas Kontrol Pada Aspek Evaluasi Jawaban .....	70
Gambar 4.13 Hasil Rata-rata N-Gain Keterampilan Komunikasi Ilmiah.....	74
Gambar 4.14 Persentase Jumlah Siswa Tiap Kategori Peningkatan N-Gain Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	75
Gambar.4.15 Soal dan Jawaban Siswa Indikator (G-V) Kelas Eksperimen.....	81
Gambar 4.16 Jawaban Siswa Indikator (G-V) Kelas Kontrol .....	81
Gambar 4.17 Soal dan Jawaban Siswa Indikator (M-V) Kelas Eksperimen.....	83
Gambar 4.18 Jawaban Siswa Indikator (M-V) Kelas Kontrol .....	83
Gambar 4.19 Soal dan Jawaban Siswa Indikator (V-S) Kelas Eksperimen .....	85
Gambar 4.20 Jawaban Siswa Indikator (V-S) Kelas Kontrol.....	86
Gambar 4.21 Soal dan Jawaban Siswa Indikator (T-Gr) Kelas Eksperimen.....	87
Gambar 4.22 Jawaban Siswa Indikator (T-Gr) Kelas Kontrol .....	88
Gambar 4.23 Soal dan Jawaban Siswa Indikator (Gr-V) Kelas Eksperimen .....	89
Gambar 4.24 Jawaban Siswa Indikator (Gr-V) Kelas Kontrol.....	90

Gambar 4.25 Hasil Jawaban LKPD Siswa Pada Aspek Memfokuskan Masalah .....	93
Gambar 4.26 Hasil Jawaban LKPD Siswa Pada Aspek Mendeskripsikan Masalah kedalam Fisika .....	94
Gambar 4.27 Desain purwarupa PLTMH Terbaik .....	95
Gambar 4. 28 Desain purwarupa PLTMH Kurang Baik .....	96
Gambar 4. 29 Dokumentasi Proses Pembuatan dan ujicoba Purwarupa PLTMH .....	98

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, R., Ramalis, TR, & Suwarma, IR (2019). Analyzing Student's Problem Solving Abilities Of Direct Current Electricity In Stem-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(3), 85–91. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i3.17559>
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). *Project Based Learning Integrated To Stem To Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy*. 7.
- Anon UA, U., & Chalwachatuphon, O. (2018). The Effects of Using Stem Project-based Learning Activities on Environmental Problem Solving Ability of Upper Secondary School Students in Bangkok Metropolis. *International Journal of Educational Science and Research*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.24247/ijesrfeb20181>
- Asih, D. N., Wijayanti, I. E., & Langitasari, I. (2020). *Development Of Stem (Science, Techonolgy, Engineering, And Mathematic) Integrated Chemical Module On Voltaic Cells S. Jtk (Jurnal Tadris Kimiya)*, 5(1), 91–103. <https://doi.org/10.15575/Jtk.V5i1.8127>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence Of Project-Based Stem (Pjbl-Stem) Applications On The Development Of 21st-Century skills. *Turkish Journal Of Science Education*, 4. <https://doi.org/10.36681/Tused.2021.104>
- Bell, D., Morrison-Love, D., Wooff, D., & McLain, M. (2018). STEM education in the twenty first century: Learning at work - an exploration of design and technology teacher perceptions and practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 721–737.
- Boss, S. (2015). *Pbl For 21st Century Success*. California: Buck Institute For Education
- Bybee, Rodger. (2013). *The Case For Stem Education Chalengess And Opportunities*. Arlington: National Science Teachers Assosiation
- Capraro, M. M., & Capraro, R. (Eds.). (2016). *A Companion To Interdisciplinary Stem Project-Based Learning: For Educators By Educators*. Springer.
- Cedillo, S. (2018). Beyond Inquiry: Towards The Specificity Of Anti-Blackness Studies In Stem Education. *Canadian Journal Of Science, Mathematics And Technology Education*, 18(3), 242-256.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S.W., Lee, H., & Zeidler, D. 2014. *Enhancing Students Communication Skills In The Science Classroom Through Socioscientific Issues*. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, 14(1), Pp: 1-27.
- Cresswell, J. W. ( 2018). *Research Design : Qualitative, Quantitative, And Mixed Methods Approaches*. London : Sage Publications Ltd.
- Dewi, I. N., Poedjiastoeti, S., & Prahani, B. K. (2017). Elsii Learning Model Based Local Wisdom To Improve Students' Problem Solving Skills And Scientific Commucation. 5(1), 12.
- Diana, N., Yohannes, & Sukma, Y. (2021). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature



- review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012146. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146>
- Dugger, W. (2010). Evolution Of Stem In The United States. In Technology Education Research Conference. Queensland.
- Duran, M. (2014). A Study On 7th Grade Student Inquiry And Communication Competencies. *Procedia-Social And Behavioral*
- Hanif, S., Wijaya, AFC, & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>
- Haryanti, Anti dan I.R. Suwarma. (2018). Profil Keterampilan Komunikasi Ilmiah SMP dalam Pembelajaran IPA Berbasis STEM. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*. Vol. 3, No. 1, hal. 49-54
- Hasibuan, S. A., & Fauzi, K. M. A. (2019). *Development Of Pisa Mathematical Problem Model On The Content Of Change And Relationship To Measure Students Mathematical Problem Solving Ability*. *International Electronic Journal Of Mathematics Education*, 15(2), Em0570.
- Heller, P., & Heller, K. (2010). Cooperative Problem Solving In Physics A User's Manual. (Pp 6). University Of Minnesota
- Indri Eka Putri, (2022) *Penerapan Guided Inquiry Learning Berbantuan Advance Organizer Melalui Virtual Edmodo Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Keterampilan Abad 21 (4c) Siswa Sma Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke*. S2 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia
- Jamali, S. M., Md Zain, A. N., Ale Ebrahim, N., & Samsudin, M. A. (2020). *The Effect Of Stem Project Based Learning On Self-Efficacy Among High-School Physics Students*. *Turkish Journal Of Science Education*, 17(1), 94–108. <https://doi.org/10.36681/Tused.2020.15>
- Jauhariyyah, R. F. Et Al. (2017). Science, Technology, Engineering And Mathematics Project Based Learning (Stem-Pjbl) Pada Pembelajaran Sains. *Pros. Seminar Pend. Ipa Pascasarjana Um*. Vol. 2.
- Jua, Sk, Sarwanto, & Sukarmin. (2018). The Profile Of Students' Problem-Solving Skill In Physics Across Interest Program In The Secondary School. In *Journal Of Physics: Conference Series* (Vol. 1022, No. 1, P. 012027). Penerbitan Iop.
- Jr, J. J. R., & Sulaiman, F. (2020). *The Effectiveness Of Integrated Stem-Pbl Physics Module On Students' Beliefs About Physics And Learning Physics*. *Solid State Technology*, 63(6), 17.
- J. Choi, J.-H. Lee, and B. Kim, (2019) "How does learnercentered education affect teacher self-efficacy? The case of project-based learning in Korea," *Teaching and Teacher Education*, vol. 85, pp. 45–57.
- Kartini, F. S., Widodo, A., Winarno, N., & Astuti, L. (2021). Promoting Student's Problem-Solving Skills Through Stem Project-Based Learning In Earth Layer And Disasters Topic. *Journal Of Science Learning*, 4(3), 257–266. <https://doi.org/10.17509/JsL.V4i3.27555>
- Kemendikbud. (2014). Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 Sekolah

- Menengah Atas/Madrasah Aliyah Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 53(9), 1689–1699
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated Stem Education Through Project-Based Learning. *Learning.Com*, 12, 12–13.
- Leak, Ae, Rothwell, Sl, Olivera, J., Zwickl, B., Vosburg, J., & Martin, Kn (2017). Examining Problem Solving In Physics-Intensive Ph. D. Research. *Physical Review Physics Education Re Search*, 13(2), 020101.
- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective Mathematics Engagement: A Comparison Of Stem Pbl Versus Non-Stem Pbl Instruction, (Pp. 1–20). *Mathematics And Technology Education: Canadian Journal Of Science*. <https://doi.org/10.1007/S42330-019-00050-0>.
- Levy, O.S, B. Eylon, & Z Scherz. (2009). Teaching Communication Skills In Science: Tracing Teacher Change. Israel: The Departement Of Science Teaching. *The Weizmann Institute Of Science Rechovot*, 24: 462-477.
- Lin, K.-Y., Wu, Y.-T., Hsu, Y.-T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>
- Lou, S.-J., Chou, Y.-C., Shih, R.-C., & Chung, C.-C. (2017). A Study Of Creativity In Cac2 Steamship-Derived Stem Project-Based Learning. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science And Technology Education*, 13(6). <https://doi.org/10.12973/Eurasia.2017.01231a>
- Mala Pratiwi, (2021) Dampak Model Pembelajaran Icare Berbantuan Mbi2 Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik Pada Materi Sumber Energi. S2 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia
- McKibben, J. & Murphy, T. (2021). The effect of authenticity on project-based learning: A quasi-experimental study of STEM integration in agriculture. *Journal of Agricultural Education*, 62(1), 144-155. <http://doi.org/10.5032/jae.2021.01144>
- Md Zain, A. N., Jamali, S. M., & Ebrahim, N. A. (2018). *Physics Achievement In Stem Project Based Learning (Pjbl): A Gender Study*. *Asia Pacific Journal Of Educators And Education*, 32, 21–28. <https://doi.org/10.21315/Apjee2017.32.2>
- Meltzer. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics : A Posible “Hidden Variable in Diagnostic Pretes Scores”. *American Journal Physics*. 70(12), 1259 - 1268
- M. G. Nair and A. Suryan,(2020) “Trans-disciplinary Project Based Learning Models for Community Service,” *Procedia Computer Science*, vol. 172, pp. 735–740.
- Mohhotalla, E. (2016). Improving Critical Using Wikis And Ggps In A Physics Classroom. *American Association Of Physisc Teachers*, 5(1), 427-429.
- Oktasari, D, Jumaidi, Warsono, Hariadi, M. H., & Syari, E. L. (2019). 3d Page-Flipped Worksheet On Impulse-Momentum To Develop Students' Scientific

- Communication Skills. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 8(2).  
<https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.15737>
- Parno, Yuliati, L., Hermanto, F. M., & Ali, M. (2020). A Case Study On Comparison Of High School Students' Scientific Literacy Competencies Domain In Physics With Different Methods: Pbl-Stem Education, Pbl, And Conventional Learning. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 9(2).  
<https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.23894>
- Pisa, O. E. C. D. (2019). Pisa: Results In Focus. *Organisation For Economic Co Operation And Development: Oecd*.
- Pujiastuti, H., Suvianti, D., Haryadi, R., & Marethi, I. (2020). Development of mathmodule based on local wisdom and 21 st century skills : linear equation system Development of mathmodule based on local wisdom and 21 st century skills : linear equation system. *Journal of Physics: Conf. Seri*.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1480/1/012052>
- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). *The Effect Of Stem-Pjbl And Discovery Learning On Improving Students' Problem-Solving Skills Of Impulse And Momentum Topic*. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 9(4), 465–476. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.26432>
- Rani Nurliani.,(2020) *Keefektifan Bahan Ajar Mobile Learning Berbasis Android Pada Topik Gelombang Bunyi Dalam Meningkatkan Kognitif Dan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik Sma*. S2 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rany Apriyani,. (2019) *Integrasi Model Problemdan Project Based Learningdalam Pembelajaran Berbasis Stem Untuk Meningkatkankemampuan Pemecahan Masalah Listrik Dinamis*. S2 Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Reeve, E.M. (2015). Stem Thinking!. *Technology And Engineering Teacher(Iteea)*, 74 (4), 8-16
- Rios, J. A., Ling, G., Pugh, R., Becker, D., & Bacall, A. (2020). Identifying Critical 21 st-Century Skills For Workplace Success: A Content Analysis Of Job Advertisements. *Educational Researcher*, 49(2), 80–89.
- Ridlo. (2020), “Critical Thinking Skills Reviewed From Communication Skills Of The Primary School Students In Stem-Based Project-Based Learning Model,” *Journal Of Primary Education*, No. Query Date: 2020-10-22 13:53:28, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/27573>.
- Risda Destari. (2021) *Efektivitas Model Pembelajaran Icare Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah Peserta Didik Sma*. S2 thesis, Universitas Pendidikan Fisika.
- Root, Jr, Cox, Sk, Davis, K., & Hammons, N. (2020). Contextualizing Mathematical Prob Lem-Solving Instruction For Secondary Students With Extensive Support Needs: A Systematic Replication. *Research And Practice For Persons With Severe Disabilities*, 45(4), 241-255.

- Saadati, F., Cerda, G., Giaconi, V., Reyes, C., & Felmer, P. (2019). Modeling Chilean Mathematics Teachers' Instructional Beliefs On Problem Solving Practices. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, 17(5), 1009-1029.
- Samsudin, M. A., Md Zain, A. N., School Of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia, 11800 Usm Pulau Pinang, Malaysia, Jamali, S. M., School Of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia, 11800 Usm Pulau Pinang, Malaysia, Ebrahim, N. A., & Centre For Research Services, Institute Of Research & Monitoring (Ippp), University Of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. (2018). Physics Achievement In Stem Project Based Learning (Pjbl): A Gender Study. *Asia Pacific Journal Of Educators And Education*, 32, 21–28. <https://doi.org/10.21315/apjee2017.32.2>
- Sari, N. H., Sesunan, F., & Nyeneng, I. D. P. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Think Pair Share Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Ditinjau Dari Keterampilan Berkomunikasi. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.24127/jpf.v7i1.1396>
- Saleh, S., Muhammad, A., & Syed Abdullah, S. M. (2020). *Stem Project-Based Approach In Enhancing Conceptual Understanding And Inventive Thinking Skills Among Secondary School Students*. *Journal Of Nusantara Studies (Jonus)*, 5(1), 234–254. <https://doi.org/10.24200/jonus.vol5iss1pp234-254>
- Sarwi, S., Ellianawati, E., & Suliyanah, S. (2018). Grounding Physics And Its Learning For Building Global Wisdom In The 21 St Century. *Journal Of Physics: Conf. Series*, 1171 012001, Pp: 1-6.
- Satchwell Re & Loepf, Fl (2002). *Designing And Implementing An Integrated Mathematics, Science And Technology Curriculum For The Middle School*. *Journal Of Industrial Teacher Education*, 39(3). From <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/jite/v39n3/satchwell.html>.
- Scherer, R., & Beckmann, J. F. (2014). *The Acquisition Of Problem Solving Competence: Evidence From 41 Countries That Math And Science Education Matters*. *Large-Scale Assessments In Education*, 2(1), 10.
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact To Critical And Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 9(1), 11-21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Syukri, M., Yanti, D. A., Mahzum, E., & Hamid, A. (2021). Development Of A Pjbl Model Learning Program Plan Based On A Stem Approach To Improve Students' Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 7(2), 269–274. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i2.680>
- Tyas, L., Harjana, H., & Wahyuningsih, D. (2021). Need Analysis for the Development of STEM-PjBL Physics Teaching Materials to Improve Students' Problem Solving Ability in the 21st Century. *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 6(1), 402–406. <https://doi.org/10.22161/ijels.61.51>

- Walkington, C., Clinton, V., & Sparks, A. (2019). The Effect Of Language Modification Of Mathematics Story Problems On Problem-Solving In Online Homework. *Instructional Science*, 47(5), 499-529.
- Williams, M. (2018). The missing curriculum in physics problem-solving education. *Science & Education*, 27(3-4), 299-319.
- Yulianti, D., & Ngafidin, K. M., (2022). *Scratch Assisted Physics Learning With A Stem Approach In The Pandemic Era To Develop 21st Century Learning Skills*. 10.
- Yulindar, A. (2018). Enhancement of problem solving ability of high school students through learning with real engagement in active problem solving (REAPS) model on the concept of heat transfer. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 012052.
- Zulirfan, Z., & Yennita, Y. (2022). Feasibility test of STEM at home prototype kit as science project-based learning media for Junior High School students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 57-66. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1122>