

**IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM TERINTEGRASI STRATEGI
EDP UNTUK MENINGKATKAN *ENTREPRENEURIAL THINKING*
PESERTA DIDIK SMA PADA TOPIK ENERGI TERBARUKAN**

(Skripsi)

Oleh

**TIKVI SILVANA FARADIA
NPM 2113022013**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM TERINTEGRASI STRATEGI EDP UNTUK MENINGKATKAN *ENTREPRENEURIAL THINKING* PESERTA DIDIK SMA PADA TOPIK ENERGI TERBARUKAN

Oleh

TIKVI SILVANA FARADIA

Kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik dalam pembelajaran fisika masih perlu untuk ditingkatkan guna mempersiapkan mereka menghadapi tantangan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan dari implementasi model PjBL-STEM terintegrasi EDP terhadap kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik SMA pada topik Energi Terbarukan. Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah SMA Negeri 1 Ambarawa, Pringsewu dengan metode *quasi experiment* dan desain penelitian *pretest-posttest control group design*. Sampel yang digunakan adalah kelas X-3 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-4 sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan berupa soal uraian. Pembelajaran menggunakan model PjBL-STEM terintegrasi EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik. Hal ini dilihat dari rata-rata nilai *N-Gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,50 lebih tinggi daripada kelas kontrol yang hanya sebesar 0,30. Selain itu, hal tersebut juga didukung dengan data hasil uji *Independent Sample T-Test* yang menunjukkan nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas. Keefektifan implementasi model PjBL-STEM terintegrasi EDP terhadap kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik SMA pada topik Energi Terbarukan memperkuat pentingnya pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya dalam menciptakan peserta didik yang adaptif, kreatif, dan inovatif dalam menghadapi permasalahan dunia nyata.

Kata Kunci: EDP, Energi Terbarukan, *Entrepreneurial Thinking*, PjBL-STEM

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF THE PJBL-STEM MODEL INTEGRATED WITH THE EDP STRATEGY TO ENHANCE HIGH SCHOOL STUDENTS ENTREPRENEURIAL THINKING ON THE TOPIC OF RENEWABLE ENERGY

By

TIKVI SILVANA FARADIA

Students' entrepreneurial thinking skills in physics learning still need to be improved to prepare them for the challenges of the 21st century. This study aims to determine the effectiveness of implementing the PjBL-STEM model integrated with the EDP strategy on high school students' entrepreneurial thinking skills in the topic of renewable energy. The study was conducted at one of the public high schools, SMA Negeri 1 Ambarawa, Pringsewu, using a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design. The sample consisted of class X-3 as the experimental group and class X-4 as the control group. The instrument used was an essay test. The learning process using the PjBL-STEM model integrated with EDP was effective in improving students' entrepreneurial thinking skills. This is indicated by the average N-Gain score in the experimental class, which was 0.50—higher than the control class, which only scored 0.30. Additionally, this is supported by the results of the Independent Sample T-Test, which showed a significance value (Sig. 2-tailed) of $0.000 < 0.05$, indicating a significant difference between the two classes. The effectiveness of implementing the PjBL-STEM model integrated with the EDP strategy in enhancing high school students' entrepreneurial thinking in the topic of renewable energy reinforces the importance of developing 21st-century skills, especially in shaping students to become adaptive, creative, and innovative in facing real-world problems.

Keywords: EDP, Entrepreneurial Thinking, PjBL-STEM, Renewable Energy

**IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM TERINTEGRASI STRATEGI
EDP UNTUK MENINGKATKAN *ENTREPRENEURIAL THINKING*
PESERTA DIDIK SMA PADA TOPIK ENERGI TERBARUKAN**

Oleh

TIKVI SILVANA FARADIA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Pendidikan**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM
TERINTEGRASI STRATEGI EDP UNTUK
MENINGKATKAN *ENTREPRENEURIAL
THINKING* PESERTA DIDIK SMA PADA
TOPIK ENERGI TERBARUKAN**

Nama Mahasiswa : **Tikvi Silvana Faradia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2113022013**

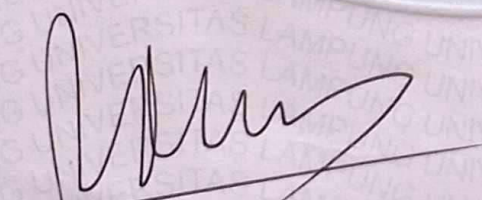
Program Studi : **Pendidikan Fisika**

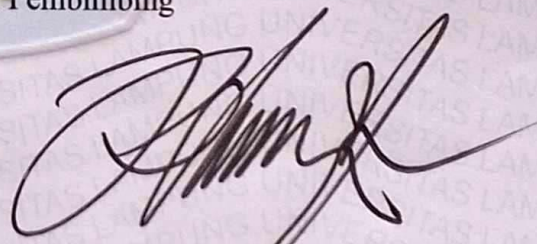
Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

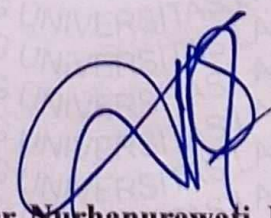
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Prof. Abdurrahman, M.Si.
NIP 19681210 199303 1 002


Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.
NIP 19910716 202421 1 011

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Abdurrahman, M.Si.

Sekretaris : Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Kartini Herlina, M.Si.

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydianforo, S.Pd., M.Pd.

NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 20 Juni 2025

SURAT PENYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : Tikvi Silvana Faradia
NPM : 2113022013
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Sidodadi, RT/RW 01/01, Kecamatan
Pardasuka,
Kabupaten Pringsewu.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Ba Juni 2025



Tik

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Tikvi Silvana Faradia, dilahirkan di Pekon Sidodadi, Kec.Pardasuka, Kab.Pringsewu pada tanggal 18 Oktober 2003 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Sukisto dan Ibu Nur Azizah. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2007 sebagai peserta didik di RA Al-Huda Wargomulyo dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan formal ke jenjang sekolah dasar di SD Negeri 3 Sidodadi pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2015. Penulis melanjutkan pendidikan formal ke jenjang sekolah menengah yaitu di SMP Negeri 1 Ambarawa pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan di SMA Negeri 1 Ambarawa pada tahun 2018 dan lulus pada tahun 2021. Lalu, pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, penulis aktif dalam berbagai macam organisasi. Penulis pernah menjadi Sekretaris Divisi Kreativitas Mahasiswa dari Himpunan Mahasiswa Eksakta (HIMASAKTA) FKIP UNILA periode 2022 Selain itu, penulis menjadi Anggota Divisi Advokasi FORKOMBIDIKMISI KIP-KULIAH UNILA periode 2023, Sekretaris Keputrian KMNU UNILA 2024. Penulis juga merupakan *awardee* Magang Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Angkatan 6 bidang *Sustainable Start-Up* PT. Amati Karya Indonesia 2024. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2024 di Desa Margomulyo, Kec. Jati Agung, Kab. Lampung Selatan serta bersamaan dengan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Jati Agung.

MOTTO

“ Cukuplah Allah menjadi penolong bagi kami dan Dia sebaik-baik pelindung”

(Qs. Ali Imran : 173)

*“ Tak ada orang yang selamat dari fitnah besar, kecuali yang Allah hidupkan
dalam hatinya cahaya ilmu”*

(Dr. Al-Habib Segaf Baharun, M.H.I.)

“ Semoga lelahku saat ini menjadi ladang ibadahku dalam menuntut ilmu ”

(Tikvi Silvana Faradia)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam dan rendah hati, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai wujud tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan, serta sebagai penghormatan dan tanda bakti kasih sayang kepada:

1. Kepada orang tua tercinta, terima kasih Bapak Sukisto dan Ibu Nur Azizah, yang selalu mengusahakan apapun kepada anak gadisnya, Bapak yang mengantarkan anaknya hujan, panas, dinginnya malam, dan teriknya siang ke kampus demi anak gadis kesayangannya dan memperhatikan anak perempuan. Ibu, selalu memberikan dukungan dan doa beliau yang menembus langit untuk keberhasilan anak gadisnya. Bapak dan Ibu menjadi alasan mengapa penulis ingin sukses agar bisa menaiki derajat orang tua.
2. Kepada Aa Reza Pahlevi, adik-adik Elena Najwa dan Sonia Alexandra, yang selalu menjadi penyemangat dan mendukung dalam hal motivasi, dukungan dalam menempuh pendidikan. Terima kasih Aa, adik-adikku saudara terbaikku.
3. Kepada simbok Ratinem, terimakasih sudah memberikan motivasi, dukungan, serta financial dalam perkuliahan. Semoga simbok sehat selalu, panjang umur dan menemani penulis hingga sukses.
4. Keluarga besar Jiddah Fatimah dan Simbok Ratinem yang memberikan dukungan serta semangat.
5. Keluarga Besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
6. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Model PjBL-STEM Terintegrasi Strategi EDP Untuk Meningkatkan *Entrepreneurial Thinking* Peserta Didik SMA Pada Topik Energi Terbarukan” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa terdapat bantuan dari berbagai pihak dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
5. Prof. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing 1 atas kesediaan dan keikhlasan membimbing dalam arahan, saran perbaikan, serta penuh kesabaran dan keahlian dengan penuh kebaikan selama menyusun skripsi.
6. Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik 2 yang telah membimbing dengan kesabaran dan keahlian, tetapi juga memberikan motivasi serta dukungan sehingga proses mengerjakan skripsi lebih paham. Terima kasih atas waktu dan pemikiran yang berharga.
7. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembahas atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan arahan dan saran perbaikan untuk perbaikan skripsi.

8. Bapak dan Ibu Dosen serta staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah memberikan banyak bantuan serta membimbing. Semoga ilmu yang diberikan menjadi bermanfaat bagi penulis.
9. Bapak Musa Nurrasyid, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Ambarawa yang memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
10. Bapak Widodo, S.Pd., M.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Ambarawa yang memberikan banyak bantuan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
11. Peserta didik kelas X-3 dan X-4 SMA Negeri 1 Ambarawa yang telah membantu dan kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian.
12. Teman-teman tercinta dari awal perkuliahan, yaitu Fadhilah Oktaviyanti, Tiara Anraladila Nasution, Leovi Permata Ayida, Farhana, Anissa Fahturahmi, Nia Nurma Yunita, Rosalinda, dan Atika Yulandari, yang memberikan memori selama menjalani dunia perkuliahan.
13. Sahabat seperjuangan Syifa Nur Rahmah, Lisya Syafitri, Fatma Aulia, Widi Triningsih, Warda Nurjannah, Sherlita Nur Azizah, yang selalu memberikan semangat, waktu, pikirannya selama menjalani perkuliahan.
14. Keluarga hijau, yaitu Ariyanto, Husni Arrafi R, Hafidz Fatur Rahman, Rina Yulinar, Evi Rahmawati, Ikhsan Fathurrizal, Anisa Rahma, Nurrachma Oktavia, Aulya Nur Afifatul M, Maya Lailatul M, Eva Setiani, dan lainnya yang sudah menemani penulis dari awal perkuliahan.
15. Teruntuk teman-teman ngaji, dan majelisan, Nur Hidayah, Khotami Tamyizah, Lala Rizqillah, Zulfa Auliyana, Nurjihan Ayu, Afifatur Rifqiah, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
16. Teman-teman CABE 21, yaitu Tiara, Rosa, Adelia, Leovi, Ayuni, Nistiya, Dafa, Sekar, Salma, dan Najwa.
17. Teman-teman sepernasib seperjuangan Pendidikan Fisika angkatan 2021, LUP 21 (*Land of Uncommonly Physics*).
18. Teruntuk tim Perseus MSIB *batch* 6 PT. Amati Karya Indonesia. Terima kasih sudah memberikan pengalaman terbaik selama perkuliahan.

19. Teruntuk teman-teman hebat awal hingga akhir perkuliahan kelas 21A Pendidikan Fisika, yaitu ARCHIMEDES.
20. Teman-teman KKN Desa Margomulyo, yaitu Syifa, Doni, Fachry, Selvi, Puji, Juwita, Wulan, Liya, dan Rara.

Semoga Allah SWT melimpahkan nikmat dan karunia-Nya kepada kita semua serta semoga skripsi ini bisa bermanfaat dan menjadi tambahan literatur untuk peneliti lain.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025

Tikvi Silvana Faradia
NPM 2113022013

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kerangka Teoritis	7
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme	7
2.1.2 Strategi <i>Engineering Design Process</i> (EDP)	8
2.1.3 Teori Belajar Behavioristik	11
2.1.4 Kemampuan <i>Entrepreneurial Thinking</i>	12
2.1.5 Energi Terbarukan	14
2.1.6 PjBL - STEM	15
2.2 Kerangka Pemikiran.....	17
2.3 Hipotesis Penelitian	19
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Pelaksanaan Penelitian	20
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	20
3.3 Variabel Penelitian.....	20
3.4 Desain Penelitian	21
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	25
3.6 Instrumen Penelitian.....	31
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	32
3.7.1 Uji Validitas.....	32
3.7.2 Uji Reliabilitas	33

3.8 Teknik Pengumpulan Data	34
3.9 Teknik Analisis Data.....	35
3.9.1 Menghitung <i>N-Gain</i>	35
3.9.2 Uji Normalitas	36
3.9.3 Uji Homogenitas	36
3.9.4 Uji Kategorisasi Data Penelitian	37
3.10 Pengujian Hipotesis	37
3.10.1 Uji <i>Independent Sampel T-Test</i>	37
3.10.2 Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	38
3.10.3 Uji <i>Analysis of Covariance (ANCOVA)</i>	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.1.1 Tahap Pelaksanaan	37
4.1.2 Data Kuantitatif Hasil Penelitian	38
4.1.3 Analisis Data	41
4.2 Pembahasan.....	46
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	66
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Simpulan.....	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan EDP	10
2. Indikator <i>Entrepreneurial Thinking</i>	13
3. Tahapan PjBL-STEM	15
4. Desain Eksperimen <i>Pretest Posttest Control Group Design</i>	21
5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen	21
6. Desain Penelitian Kelas Kontrol	23
7. Tahap pelaksanaan pada kelas Eksperimen	25
8. Tahap Pelaksanaan Kelas Kontrol	28
9. Interpretasi Validitas	32
10. Hasil Uji Validitas	33
11. Interpretasi Reliabilitas	34
12. Klasifikasi Uji N-Gain	35
13. Interpretasi uji Homogenitas	36
14. Rumus Hipotestik Kategorisasi	37
15. Interpretasi <i>effect size</i> dengan ANCOVA	40
16. Data hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	38
17. Data hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	39
18. Kategorisasi Data Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	40
19. Kategorisasi Data Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	40
20. Kategorisasi Data Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	41
21. Kategorisasi Data Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	41
22. Hasil Uji rata-rata N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol	42
23. Uji Normalitas	42
24. Uji Homogenitas	43
25. Hasil Analisis <i>Independent Sample T-test</i>	44
26. Hasil Uji <i>Independent Sample T-test</i> pada Variabel <i>Pretest</i>	45
27. Hasil Uji ANCOVA	45
28. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Kerangka Pemikiran.....	18
2. Grafik Ketercapaian Indikator <i>Entrepreneurial Thinking</i>	39
3. Grafik Nilai Rata-rata <i>N-Gain</i>	42
4. Jawaban LKPD Peserta Didik.....	53
5. Peserta Didik mencari sumber relevan.....	54
6. Rancangan <i>Prototype</i> Turbin Angin.....	56
7. Pembagian kelompok-kelompok.....	57
8. Desain <i>Prototype</i> Rumah dengan Turbin Angin	58
9. Menentukan Alat dan Bahan	58
10. Uji Coba <i>Prototype</i>	59
11. Uji Coba <i>Prototype</i> PLTB Sederhana.....	59
12. Peserta Didik mempresentasikan hasil percobaan	60
13. Jawaban <i>Pretest</i> Indikator <i>Opportunity Identification Skills</i>	61
14. Jawaban <i>Posttest</i> Indikator <i>Opportunity Identification Skills</i>	61
15. Jawaban <i>Pretest</i> Indikator <i>Creativity and Innovation</i>	62
16. Jawaban <i>Posttest</i> Indikator <i>Creativity and Innovation</i>	62
17. Jawaban <i>Pretest</i> Indikator <i>Collaboration Skills</i>	63
18. Jawaban <i>Posttest</i> Indikator <i>Collaboration Skills</i>	63
19. Jawaban <i>Pretest</i> Indikator <i>Adaptability Skills</i>	64
20. Jawaban <i>Posttest</i> Indikator <i>Adaptability Skills</i>	64
21. Jawaban <i>Pretest</i> Indikator <i>Problem Solving</i>	65
22. Jawaban <i>Posttest</i> Indikator <i>Problem Solving</i>	65

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendekatan global seperti ESD (*Education for Sustainable Development*) berperan penting dalam mendukung pencapaian SDGs (*Sustainable Development Goals*) yang ditetapkan oleh PBB, mencakup fokus pada pendidikan berkualitas (SDG 4) dan energi bersih (SDG 7). ESD bertujuan membekali generasi muda pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mendukung keberlanjutan, terutama dalam menjaga lingkungan dan mempromosikan energi terbarukan (Kopnina, 2020). ESD berperan mendukung STEM dengan mendorong inovasi teknologi untuk solusi energi terbarukan, infrastruktur berkelanjutan, dan perubahan iklim (Habibaturrohman *et al.*, 2023). Pendekatan pendidikan STEM telah menjadi era reformasi kurikulum sains di hampir seluruh dunia (Muttaqin, 2023). Pendidikan STEM dirancang untuk menciptakan generasi yang tidak hanya memiliki pengetahuan yang kuat dalam sains dan teknologi, tetapi juga keterampilan yang diperlukan untuk berinovasi dan berkontribusi dalam masyarakat yang semakin kompleks dan berbasis teknologi (Toma *et al.*, 2024). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penelitian STEM berpengaruh terhadap pendidikan dan pengembangan keterampilan di masa depan (Tytler, 2020). Revitalisasi kurikulum sains di Indonesia saat ini juga mengadopsi pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir generasi muda bangsa Indonesia (Arifin & Mahmud, 2021).

Pendekatan STEM sangat penting karena mendorong peserta didik untuk menyelesaikan masalah yang muncul dalam kehidupan sehari-hari, sesuai

dengan kebutuhan dunia kerja saat ini (Widya *et al.*, 2019). Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran sains, khususnya, menjadi peluang untuk melatih peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, yang merupakan bagian dari keterampilan abad 21, melalui konteks yang dihadirkan oleh pendekatan STEM (Muttaqiin, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan STEM dalam pelajaran fisika sangat efektif karena dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik serta mengoptimalkan penerapan pendekatan STEM (Nuzula & Jatmiko, 2023).

Fisika berperan penting dalam mengembangkan teknologi modern dan menjadi dasar bagi berbagai disiplin ilmu, sehingga penguasaan konsep fisika sejak dini sangat diperlukan untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi dunia yang semakin kompleks (Sasmita & Hartoyo, 2020). Sehingga untuk mencapai tujuan pembelajaran yang optimal dalam sains, terutama fisika, diperlukan strategi yang sesuai dengan pendekatan STEM (Isnaniah, 2022). Salah satu strategi yang sering diterapkan dalam pembelajaran fisika adalah *Engineering Design Process* (EDP), yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk tidak hanya berpikir secara mendalam, tetapi juga terlibat dalam berbagai proyek praktis (Putra *et al.*, 2023) .

Engineering Design Process (EDP) berfungsi sebagai kerangka kerja dalam pembelajaran STEM, menciptakan lingkungan yang mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan sekaligus memahami konteks energi terbarukan. Melalui kegiatan EDP, peserta didik cenderung lebih percaya diri dalam merancang prototipe proyek (Abdurrahman *et al.*, 2023). Adapun indikator yang mencakup pada EDP adalah kemampuan peserta didik mendesain prototipe, analisis masalah dan solusi, dan penerapan pengetahuan ilmiah, serta proses STEM-EDP melibatkan langkah-langkah yang memungkinkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah dan mengembangkan solusi melalui desain solutif (Morgan *et al.*, 2013).

Proses ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik dan mengintegrasikan berbagai aspek STEM dalam pembelajaran. Selain itu, EDP mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam setiap proses, yang berdampak pada peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik kemampuan EDP dalam model STEM-EDP berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Long *et al.*, 2020). Proses ini melibatkan beberapa tahap, termasuk identifikasi masalah, pengembangan solusi, dan evaluasi hasil (Rahman, 2022).

Berdasarkan wawancara yang dilakukan peneliti dengan guru fisika di SMA Negeri 1 Ambarawa pada tanggal 29 Agustus 2024, terungkap bahwa pembelajaran fisika di sekolah tersebut telah menerapkan berbagai model, termasuk model PjBL namun pendekatan STEM belum diterapkan. Walaupun pembelajaran sering dikaitkan dengan masalah lingkungan sekitar, guru masih belum memahami strategi EDP dan pendekatan STEM yang menekankan pada hasil akhir berupa pembuatan *prototype*. Selain itu, guru sudah mulai melatih kemampuan *entrepreneurial thinking* pada peserta didik, seperti orientasi kerja tim, kepemimpinan, pemikiran sosial, dan pemecahan masalah konektif. Belum diterapkan pada semua topik, kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik masih perlu ditingkatkan. Salah satu kendala yang dihadapi guru dalam mengajarkan topik energi terbarukan adalah kurangnya ketersediaan alat dan bahan untuk pembuatan produk, serta pembelajaran yang kurang menarik dan kreatif bagi peserta didik. Sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik masih rendah. Oleh karena itu, kemampuan *entrepreneurial thinking* sangat diperlukan dalam pemecahan masalah.

Entrepreneurial thinking dalam pendidikan merujuk pada pendekatan yang mengintegrasikan keterampilan kewirausahaan ke dalam kurikulum pendidikan. *Entrepreneurial thinking* mencakup pengembangan kemampuan untuk berpikir kritis, inovatif, dan kreatif, serta kemampuan untuk mengidentifikasi peluang dan memecahkan masalah (Castro & Zermeno,

2021). Oleh karena itu, keterampilan berwirausaha yang dipadukan dengan sumber daya dan peluang dalam lingkungan bisnis dapat dianggap sebagai elemen penting yang memicu proses kewirausahaan. Keterampilan berwirausaha tentu peserta didik akan berpikir kreatif untuk memecahkan masalah secara sistematis dengan pengembangan ide (Mulyono *et al.*, 2020).

Berdasarkan studi kasus di lapangan, bahwa salah satu permasalahan kondisi lingkungan SMA Negeri 1 Ambarawa yang berkaitan dengan pembelajaran fisika salah satunya, letak sekolah berdekatan dengan sawah. Kondisi ini membuat sekolah dan bangunan yang ada disekitarnya disuguhi alam yang asri serta angin yang kencang dilingkungan SMA Negeri 1 Ambarawa. masalah yang diuraikan, peserta didik dapat melatih kemampuan *entrepreneurial thinking* dengan mengimplementasikan keterampilannya untuk memanfaatkan energi angin sebagai sumber energinya. Berdasarkan permasalahan tersebut peserta didik dapat mengimplementasikan keterampilannya dalam pembuatan prototipe berbasis angin dalam materi energi terbarukan.

Solusi yang ditawarkan juga dengan menerapkan model dan pendekatan yang berpusat pada peserta didik adalah PjBL (*Project Based Learning*) yang di integrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). PjBL yaitu pendekatan dengan mengajarkan peserta didik untuk bekerja sama dalam tim, melakukan riset, merancang solusi kreatif, dan menyajikan hasil kerja mereka secara efektif (Saefullah *et al.*, 2021). Model PjBL membantu peserta didik mengerti konsep melalui menciptakan produk, sementara pendekatan STEM melibatkan proses perancangan dan redesain untuk diterapkan dalam situasi kehidupan nyata (Ma'wa *et al.*, 2022). Serta PjBL salah satu pembelajaran kolaboratif karena karakteristiknya yang menekankan peserta didik belajar secara aktif dan berkelompok serta saling berbagi informasi sehingga membantu membuka cakrawala berpikir peserta didik lain (Wahdah *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM yang berbasis EDP menjadi salah satu alternatif solusi terhadap peningkatan kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik. Hal ini didukung oleh hasil observasi di sekolah, maka peneliti telah melakukan penelitian yang berjudul “Implementasi Model PJBL-STEM Terintegrasi Strategi EDP Untuk Meningkatkan *Entrepreneurial Thinking* Peserta Didik SMA Pada Topik Energi Terbarukan”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu bagaimana pengaruh PjBL-STEM terintegrasi EDP dengan kemampuan *entrepreneurial thinking* pada topik energi terbarukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh PjBL-STEM terintegrasi EDP dengan kemampuan *entrepreneurial thinking* pada topik energi terbarukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi pendidik dapat membantu pendidik dalam meningkatkan kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik dengan menggunakan PjBL-STEM terintegrasi EDP.
2. Bagi peserta didik dapat menambah wawasan dan pemahaman pada energi terbarukan serta melatih kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik PjBL-STEM terintegrasi EDP..

3. Bagi peneliti dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam proses pembelajaran menggunakan PjBL-STEM terintegrasi EDP., sehingga dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM, dimana dalam proses pembelajarannya lebih menekankan pada proses desain dan pemecahan masalah dalam kehidupan nyata. Model ini menggunakan indikator menurut Laboy Rush (2010), dengan sintaks *Reflection, Research, Discovery, Application*, dan *Communication*.
2. Penelitian ini berorientasi pada kemampuan *entrepreneurial thinking* menurut (Fleischmann, 2015).
3. Penelitian ini menggunakan pembelajaran berbasis *Engineering Design Process* (EDP).
4. Materi yang disajikan dalam penelitian ini adalah materi Energi Terbarukan kelas X semester 2 pada Kurikulum Merdeka fase E.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh individu melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan. Dalam pendidikan, teori ini mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses belajar, bukan sekadar menerima informasi secara pasif. Jean Piaget berpendapat bahwa perkembangan kognitif terjadi melalui tahapan tertentu, di mana peserta didik secara mandiri membentuk dan menyempurnakan pengetahuan berdasarkan pengalaman langsung (Piaget, 1971). Proses pembelajaran ini didasarkan pada gagasan bahwa pengetahuan dibangun oleh individu melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan sekitar serta menekankan bahwa pembelajaran terjadi melalui pembentukan pemahaman di dalam pikiran, di mana peserta didik menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang telah mereka miliki sebelumnya (Bada & Olusegun, 2015).

Prinsip-prinsip konstruktivisme mencakup pembelajaran aktif, pengalaman kontekstual, refleksi, dan kolaborasi. Pendekatan ini dapat diterapkan melalui metode seperti pembelajaran berbasis proyek, diskusi kelompok, dan pemanfaatan teknologi interaktif. Dalam pembelajaran berbasis proyek, siswa bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas yang kompleks, yang memungkinkan mereka untuk menerapkan pengetahuan secara praktis dan belajar dari satu sama lain. Diskusi kelompok memberikan kesempatan bagi siswa untuk berbagi ide dan perspektif, yang dapat memperluas

pemahaman mereka. Pemanfaatan teknologi interaktif, seperti alat pembelajaran digital, juga dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan dinamis. Dengan cara ini, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi juga memperdalam dan merevisi pemahaman sebelumnya melalui pengalaman belajar yang berkelanjutan (Suryana *et al.*, 2022).

Konstruktivisme adalah teori belajar kognitif yang memandang peserta didik sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuannya sendiri. Dalam pendekatan ini, peserta didik tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi mereka didorong untuk mengembangkan cara belajarnya sendiri melalui eksplorasi, refleksi, dan pemecahan masalah. Pembelajaran menjadi lebih bermakna ketika peserta didik terlibat langsung dalam proses menemukan konsep, bukan sekadar menghafal (Van Geert, 1998). Hal ini menunjukkan bahwa pendidik harus mampu mengenali tahap perkembangan kognitif siswa mereka dan menyesuaikan metode pengajaran agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan siswa. Dengan memahami bahwa kognitif merupakan proses internal yang terjadi di dalam sistem saraf pusat saat seseorang sedang berpikir, pendidik dapat merancang pengalaman belajar yang lebih efektif. Proses ini melibatkan berbagai aktivitas mental yang memungkinkan individu untuk memahami, mengolah, dan menginterpretasikan informasi (Agustyaningrum *et al.*, 2022).

Pernyataan tersebut diperkuat oleh Badi'ah (2021), yang menyatakan bahwa teori belajar kognitif lebih menekankan pada proses belajar daripada hasil akhirnya.

2.1.2 Strategi *Engineering Design Process* (EDP)

Engineering Design Process (EDP) adalah proses pengambilan keputusan, yang biasanya berulang dimana konsep sains, matematika, dan rekayasa

dasar diterapkan dikembangkan untuk mencari solusi optimal dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. EDP adalah strategi pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah pada pembelajaran dan mengenalkan disiplin rekayasa pada peserta didik. EDP adalah salah satu strategi sistematis yang digunakan dalam pendidikan teknik dan sains untuk memecahkan masalah melalui proses iteratif. Tujuan utamanya adalah merancang dan mengembangkan solusi yang fungsional (Winarno *et al.*, 2020). Pengajaran dan pembelajaran sains berbasis EDP adalah strategi yang efektif untuk melatih proses berpikir peserta didik.

Melalui kegiatan pembelajaran berbasis desain teknik, peserta didik belajar menganalisis situasi, mengumpulkan informasi relevan, mendefinisikan masalah, mengevaluasi dan menghasilkan ide kreatif, mengembangkan solusi, serta menilai dan memperbaiki solusi. Strategi ini sejalan dengan tujuan pembelajaran sains, yaitu mengembangkan sikap ilmiah melalui kegiatan praktis dan ilmiah (Ulum *et al.*, 2021). Oleh karena itu, strategi EDP tidak hanya saling berkaitan dengan STEM tetapi juga memperkaya proses pembelajaran dengan memberikan pengalaman praktis yang relevan bagi peserta didik (Wisutama *et al.*, 2023).

Pendekatan STEM dalam EDP ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah dan menemukan solusi. Dengan strategi ini, peserta didik didorong untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif melalui proses pembelajaran yang terstruktur menggunakan bahan ajar berupa modul. EDP tidak hanya menghasilkan konsep yang abstrak tetapi proses yang digunakan dalam pendekatan pembelajaran STEM yang menawarkan lingkungan efektif bagi peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan dan konteks energi terbarukan. Melalui kegiatan EDP, peserta didik cenderung lebih percaya diri dalam merancang prototipe proyek (Abdurrahman *et al.*, 2023).

Umumnya EDP mendorong pembelajaran yang kreatif dan kolaboratif dengan menciptakan pembelajaran yang berkelompok peserta didik dapat menyelesaikan masalah dengan bersama-sama. Adapun berikut tahapan dalam EDP dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan EDP

Tahapan EDP	Keterangan
<i>Identify Problem and Constraint</i>	Mengidentifikasi masalah beserta batasannya
<i>Research</i>	Melakukan riset untuk memperoleh informasi mengenai alternatif solusi yang dibuat.
<i>Ideate</i>	Mengembangkan suatu ide informasi yang sudah diperoleh di tahap <i>research</i> .
<i>Analyze Ideas</i>	Menganalisis suatu ide yang didapat. Selanjutnya, ide dianalisis dibuat berupa suatu produk yang dapat digunakan memecahkan masalah.
<i>Build</i>	Melalui tahap <i>analyze ideas</i> selanjutnya produk yang telah direncanakan sebelumnya akan dibuat di tahap ini
<i>Test and Refine</i>	Produk yang sudah dibuat selanjutnya akan melalui tahap uji coba dan memperbaiki apabila ada perbaikan.
<i>Communicate and Reflect</i>	Tahap terakhir adalah komunikasikan produk yang sudah dibuat di tahap sebelumnya.

(Morgan *et al.*, 2013).

Penjelasan di atas, implementasi STEM-EDP guru berperan penting dan mendukung peserta didik dalam memecahkan masalah sehingga terciptanya pembelajaran yang efektif.

2.1.3 Teori Belajar Behavioristik

Teori belajar behavioristik merupakan salah satu pendekatan dalam psikologi pendidikan yang menjadi landasan dalam memahami proses belajar mengajar antara guru dan siswa (Jelita *et al.*, 2023).. Teori ini tidak hanya menjelaskan bagaimana kegiatan pembelajaran berlangsung, tetapi juga menjadi dasar dalam merancang metode pembelajaran yang diterapkan baik di dalam maupun di luar kelas (Saugstad, 2019). Pada dasarnya, teori belajar berangkat dari pandangan psikologis, karena proses belajar sangat erat kaitannya dengan kondisi dan respons psikologis peserta didik (Huda *et al.*, 2023)..

Dalam pendekatan behavioristik, belajar dipandang sebagai proses perubahan perilaku yang dapat diamati dan diukur, sebagai hasil dari hubungan antara stimulus (rangsangan) dan respons (reaksi). Teori ini menekankan bahwa lingkungan memiliki peranan penting dalam membentuk perilaku, di mana perilaku tertentu dapat dilatih dan dibentuk melalui pemberian penguatan (*reinforcement*) atau hukuman (*punishment*). Dengan kata lain, ketika seseorang diberi stimulus tertentu, ia akan memberikan respons yang sesuai, dan respons tersebut dapat diperkuat atau diubah tergantung dari konsekuensi yang diterimanya, seperti imbalan atau teguran.

Dalam konteks pembelajaran, guru berperan sebagai pihak yang memberikan stimulus kepada peserta didik, misalnya berupa pertanyaan, instruksi, atau tugas. Respons yang diberikan oleh peserta didik kemudian diamati untuk menilai apakah terjadi perubahan perilaku atau pemahaman yang signifikan (Saugstad, 2019). Tujuan utama dari pembelajaran menurut teori behavioristik adalah tercapainya perubahan perilaku yang nyata melalui kontrol lingkungan belajar yang terstruktur. Menurut Skinner (1953), perilaku manusia dapat dipengaruhi oleh konsekuensi yang menyertainya, baik berupa penguatan (*reinforcement*) maupun hukuman

(*punishment*), melalui proses yang dikenal sebagai pengkondisian operan (*operant conditioning*). Dalam pandangannya, penguatan positif, seperti pemberian pujian atau hadiah, berfungsi untuk meningkatkan kemungkinan terulangnya perilaku yang diinginkan di masa mendatang (Habsy *et al.*, 2023).. Sementara itu, penguatan negatif tidak berarti hukuman, melainkan bertujuan untuk menghilangkan stimulus yang tidak menyenangkan setelah individu menunjukkan perilaku yang sesuai (Catania, 2003). Dengan demikian, baik penguatan positif maupun negatif memiliki peran penting dalam membentuk dan memelihara perilaku melalui konsekuensi yang diberikan setelah perilaku tersebut dilakukan.

2.1.4 Kemampuan *Entrepreneurial Thinking*

Hakikat dari kewirausahaan atau *entrepreneurship* adalah pola pikir, pengetahuan, dan keterampilan. *Entrepreneurial thinking* merupakan keterampilan yang sangat penting di dunia yang selalu berubah, karena memungkinkan individu untuk beradaptasi, berinovasi, dan menghasilkan solusi yang sesuai dengan tantangan yang dihadapi (Castro & Zermeno, 2021). Maka, pendidikan *entrepreneurship* merupakan penanaman pola pikir tentang kewirausahaan, pengetahuan tentang bagaimana cara berwirausaha, dan keterampilan apa saja yang perlu dimiliki untuk menjadi seorang wirausahawan yang sukses. Keterampilan berwirausaha atau *entrepreneurial thinking* merupakan salah satu keterampilan yang harus dikuasai oleh peserta didik, keterampilan berwirausaha harus diawali dengan keterampilan berpikir kreatif (Mulyono *et al.*, 2020).

Entrepreneurial thinking (pemikiran kewirausahaan) merujuk pada cara berpikir yang khas yang dimiliki oleh individu yang terlibat dalam kewirausahaan. Pemikiran ini melibatkan serangkaian sikap, nilai, dan keterampilan yang memungkinkan seseorang untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengejar peluang, serta menciptakan nilai dalam konteks ekonomi dan sosial (Ratnawati, 2023). *Entrepreneurial thinking* dapat

dianggap sebagai pemikiran divergen, karena ia melibatkan kemampuan untuk melihat berbagai kemungkinan dan menciptakan solusi inovatif untuk masalah yang ada. Pemikiran divergen berfokus pada eksplorasi ide-ide baru dan alternatif, yang sangat penting dalam konteks kewirausahaan di mana inovasi dan kreativitas diperlukan untuk menciptakan nilai (Fleischmann, 2015).

Tabel 2. Indikator *Entrepreneurial Thinking*

Indikator ET	Deskripsi
Kemampuan Identifikasi Peluang (<i>Opportunity Identification Skills</i>)	Melalui tugas atau proyek di mana peserta didik diminta untuk mengidentifikasi peluang sosial dan menjelaskan alasan di balik pilihan mereka
Kreativitas dan Inovasi (<i>Creativity and Innovation</i>)	Menggunakan rubrik penilaian untuk menilai ide-ide yang dihasilkan peserta didik dalam proyek kelompok atau presentasi inovasi.
Keterampilan Kolaborasi (<i>Collaboration Skills</i>)	Menggunakan penilaian rekan sejawat untuk mengevaluasi kontribusi dan kolaborasi dalam proyek kelompok.
Kemampuan Adaptasi (<i>Adaptability Skills</i>)	Melalui simulasi atau permainan peran yang menuntut peserta didik untuk beradaptasi dengan situasi yang berubah dan mengevaluasi respons mereka.
Pemecahan Masalah (<i>Problem Solving</i>)	Melalui tugas pemecahan masalah di mana peserta didik harus menganalisis situasi dan memberikan solusi yang terperinci.

(Fleischmann, 2015).

Oleh karena itu, mengembangkan kemampuan *Entrepreneurial Thinking* pada peserta didik sangat penting agar mampu memecahkan masalah dalam kompetensi abad 21 ini untuk membekali peserta didik menghadapi tantangan masa depan.

2.1.5 Energi Terbarukan

Energi merupakan salah satu bagian terpenting di dalam proses perkembangan dan pertumbuhan sebuah negara. Energi merupakan salah satu faktor penting pencapaian pembangunan berkelanjutan (Setyono & Kiono, 2021). Namun seiring meningkatnya kebutuhan akan energi, terjadi eksploitasi yang masif terhadap sumber daya energi dan penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan oleh manusia sejak revolusi industri yang membawa banyak kemudahan, telah menyebabkan iklim yang tidak normal (Biru, 2024). Sehingga energi terbarukan ini menjadi sebuah isu yang sangat penting untuk dapat diberikan solusi kongkrit utamanya melalui bidang pendidikan. Pengelolaan energi terbarukan menjadi pilihan sebagai upaya terciptanya kemandirian dan ketahanan energi nasional karena relatif tidak mahal, bersifat netral karbon, kebanyakan tidak menimbulkan polusi dan semakin mendapatkan dukungan dari berbagai pihak untuk menggantikan solusi energi tidak terbarukan berbasis bahan bakar fosil. Lebih lanjut, mengimplementasikan teknologi ini dapat memberikan peluang kemandirian kepada masyarakat untuk mengelola dan mengupayakan kebutuhan energi mereka sendiri beserta solusinya (Irawati *et al.*, 2021). Energi terbarukan berasal dari elemen-elemen alam yang tersedia di bumi dalam jumlah besar, seperti matahari, angin, sungai, tumbuhan, dan sebagainya (Deshmukh *et al.*, 2023).

Manfaat energi terbarukan antara lain, seperti (1) tersedia secara melimpah, (2) lestari tidak akan habis, (3) ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah polusi), (4) sumber energi bisa dimanfaatkan secara cuma-cuma dengan investasi teknologi yang sesuai, (5) tidak memerlukan perawatan yang banyak dibandingkan dengan sumber- sumber energi konvensional dan mengurangi biaya operasi, (6) membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja, (7) mandiri energi sehingga tidak perlu mengimpor bahan bakar fosil dari negara lain, (8) lebih murah dibandingkan energi konvensional dalam jangka Panjang, (9) bebas dari fluktuasi harga

pasar terbuka bahan bakar fosil, (10) beberapa teknologi mudah digunakan di tempat-tempat terpencil, dan (11) distribusi energi bisa diproduksi di berbagai tempat, tidak tersentralistik.

2.1.6 PjBL - STEM

Project Based Learning (PjBL) merupakan sebuah pembelajaran yang melibatkan semua peserta didik dalam kegiatan pembelajaran serta memberi waktu lebih untuk peserta didik menyelesaikan masalah secara individu maupun kelompok. Peserta didik akan menyampaikan pendapat mereka sesuai dengan apa yang mereka temukan sehingga menimbulkan diskusi yang menarik apabila terjadi perbedaan cara pemecahan masalah (Farwati *et al.*, 2021). Pendekatan STEM seringkali diinterpretasikan sebagai pengintegrasian empat disiplin sesuai dengan akronimnya, yaitu Sains (*Science*), Teknologi (*Technology*), Enjiniring (*Engineering*) dan Matematika (*Mathematics*) (Martín-Páez *et al.*, 2019). Pembelajaran PjBL-STEM juga melibatkan peserta didik dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek yang menggabungkan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika.

Tahapan PjBL-STEM akan dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahapan PjBL-STEM

Tahapan PjBL-STEM	Keterangan
<i>Reflection</i>	Membawa peserta didik pada konteks permasalahan dan menggugah peserta didik untuk segera memulai penyelidikan.
<i>Research</i>	Memberikan pembelajaran dengan mengembangkan diskusi, memilih bacaan, atau metode lain dalam mengumpulkan sumber informasi yang relevan untuk membantu peserta didik agar dapat memecahkan masalah.
<i>Discovery</i>	Membagi peserta didik menjadi kelompok-kelompok kecil untuk memproses informasi dan menyajikan solusi pemecahan masalah.

<i>Application</i>	Menguji produk/solusi yang telah dibuat dalam memecahkan masalah.
<i>Communication</i>	Menyajikan hasil proyek dengan melakukan komunikasi antar teman dan ruang lingkup kelas.

(Laboy Rush, 2010).

PjBL-STEM mengajarkan peserta didik untuk bekerja sama dalam tim, merancang solusi kreatif, dan menyajikan hasil kerja (Saefullah *et al.*, 2021). Selain itu, PJBL-STEM dapat meningkatkan minat dan prestasi belajar peserta didik dan menunjukkan bahwa PjBL-STEM dapat mengembangkan keterampilan abad ke 21 (Rahmania, 2021). Perbedaan sudut pandang mengenai pendekatan STEM tidaklah begitu menjadi permasalahan asalkan tujuan dari pendekatan STEM itu sendiri tercapai. Pada hakikatnya, tujuan utama dari pendekatan STEM adalah untuk melatih peserta didik dalam menerapkan informasi dasar dan praktik disiplin STEM sehingga mampu mengidentifikasi, memahami dan tertarik untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan di dunia nyata, khususnya terkait isu-isu yang berkaitan dengan STEM serta hal penting yang perlu menjadi perhatian adalah bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM harus melibatkan hubungan antara guru dan peserta didik serta interaksi antara peserta didik dengan penilaian, teknologi pembelajaran, laboratorium, dan berbagai jenis strategi pembelajaran (Muttaqiin, 2023). Penerapan PjBL-STEM tentu diharapkan dapat mengembangkan pemahaman peserta didik yang lebih mendalam dan meningkatkan keterampilan yang diperlukan untuk masa depan.

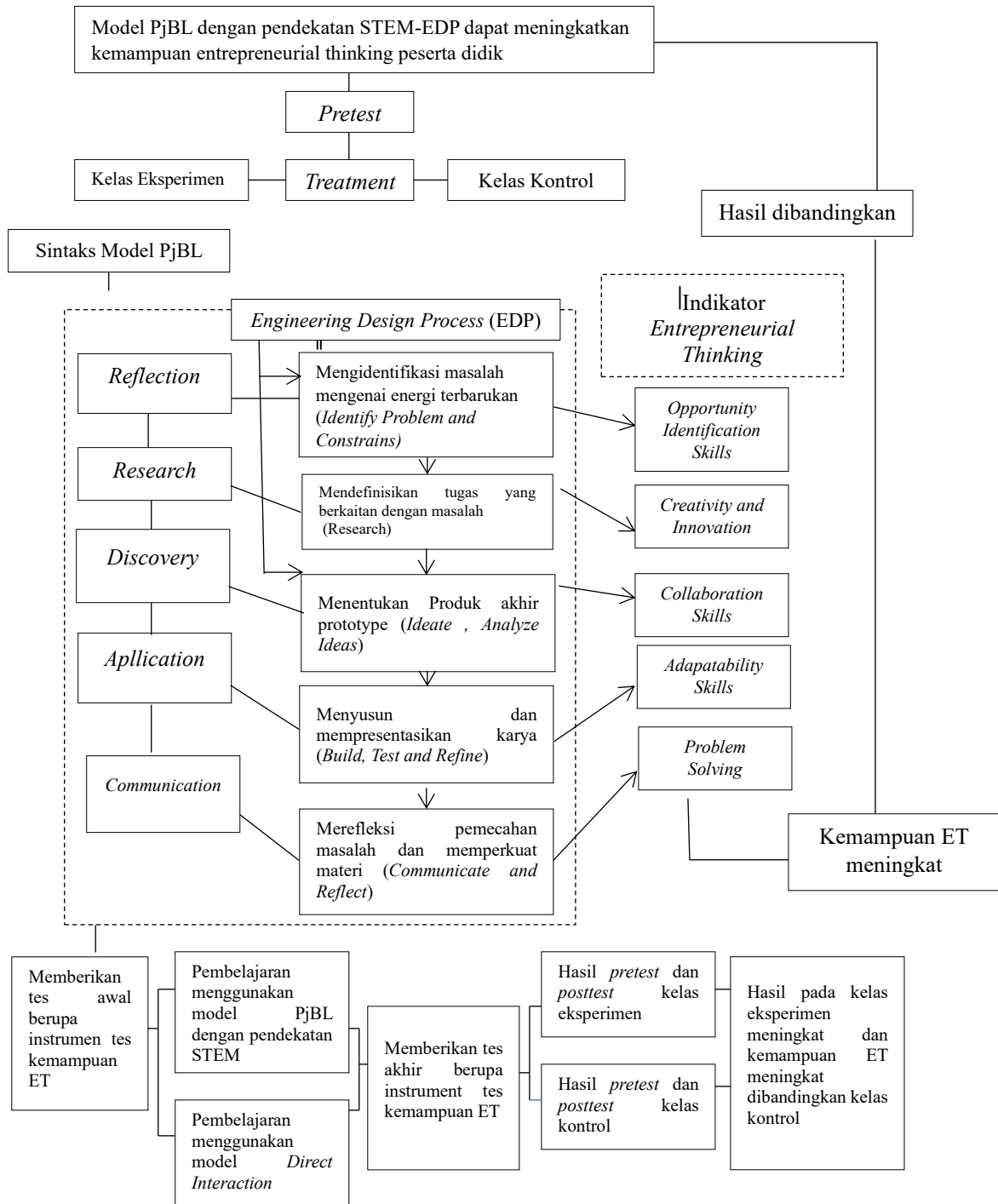
2.2 Kerangka Pemikiran

Peserta didik saat ini dituntut untuk mempersiapkan diri agar bisa berkembang dengan berbagai kemampuan dan keterampilan tingkat tinggi agar dapat bersaing secara global. Salah satu kompetensi yang harus dimiliki peserta didik dalam bersaing pada abad 21 yaitu kemampuan *entrepreneurial thinking*. Indikator-indikator berpikir wirausaha yang terdiri dari enam indikator yaitu *opportunity identification skills, creativity and innovation, collaboration skills, adaptability, dan problem solving* belum sepenuhnya diterapkan dalam pembelajaran terutama pada pembelajaran fisika.

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM diharapkan dapat menstimulus siswa agar memiliki kemampuan berpikir kreatif. Pada pembelajaran fisika materi usaha energi masih bersifat transfer ilmu pengetahuan, sehingga kurang optimal untuk melatih kemampuan berpikir berwirausaha (*entrepreneurial thinking*) peserta didik. Pelaksanaan pembelajaran model PjBL dengan pendekatan STEM yang memfasilitasi metode pemecahan masalah dengan menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika yang didukung dengan *Engineering Design Process* (EDP) dimana peserta didik cenderung merancang prototype proyek serta peningkatan berpikir sistem.

Implementasinya, peserta didik akan membuat dan menghasilkan produk akhir berupa prototype dari hasil pembelajaran PjBL terintegrasi STEM-EDP. Harapannya peserta didik dapat mengeksplor fenomena yang terjadi, merancang desain, dan pembuatan produk akhir dengan memahami fenomena yang sudah diberikan.

Bagan kerangka pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Kerangka Pemikiran

2.3 Hipotesis Penelitian

Rumusan Hipotesis

- H_0 : Model Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM-EDP tidak efektif dalam meningkatkan kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik SMA pada topik energi terbarukan
- H_1 : Model Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM-EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik SMA pada topik energi terbarukan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 di SMA Negeri 1 Ambarawa, yang beralamat di Jl. Sapuhanda No.01 Desa Ambarawa, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Pringsewu.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi Populasi dalam penelitian ini yaitu peserta didik kelas X SMAN 1 Ambarawa pada semester genap Tahun Ajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan membandingkan rata-rata hasil belajar peserta didik pada kelas X. Penelitian ini akan menggunakan dua kelas yaitu kelas X-3 sebagai kelas eksperimen dengan menggunakan model PjBL terintegrasi STEM-EDP dan kelas X-4 sebagai kelas kontrol menggunakan model *Direct Instruction* dengan pendekatan *scientific*.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa variabel penelitian yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel *covariate*. Variabel *covariate* adalah variabel yang pengaruhnya terhadap variabel terikat harus dikontrol. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu *pretest* kemampuan ET kelas eksperimen, variabel terikatnya yaitu *posttest* kemampuan ET kelas eksperimen.

3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen. Penelitian kuantitatif eksperimen adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan metode *quasi experimental* dengan desain penelitian *pretest posttest control group design*, yaitu satu kelompok eksperimen diberikan perlakuan tertentu dan satu kelompok lain dijadikan kelompok kontrol. Secara umum desain penelitian yang akan digunakan digambarkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain Eksperimen Pretest Posttest Control Group Design

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Selanjutnya Tabel 4 dijelaskan seperti Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen

O ₁ (<i>Pretest</i>)	X ₁ (<i>Treatment Kelas Eksperimen</i>)	Indikator ET	O ₂ (<i>Posttest</i>)
Rendahnya kemampuan ET	Tahap <i>Reflection</i> : Peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi permasalahan terkait energi terbarukan dengan fokus pada potensi energi angin di Indonesia. LKPD kelas eksperimen menyajikan dua sumber data aktual, yakni dari https://www.solarkita.com/blog/energi-angin-di-indonesia-potensi-dan-tantangan-dalam-penerapannya dan https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/wilayah-ini-miliki-potensi-energi-angin-di-atas-100-mw (<i>Identify Problem and Constraint</i>)	Mengidentifikasi peluang yang muncul dari masalah atau fenomena fisika. Menganalisis situasi untuk menentukan aspek yang dapat dikembangkan Mengambil inisiatif untuk mencoba solusi baru	Meningkatnya kemampuan ET

	dalam eksperimen atau proyek fisika
Tahap <i>Research</i> : peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan terkait prinsip kerja energi angin, efisiensi konversi energi angin ke energi listrik, serta contoh pemanfaatannya dalam kehidupan nyata. Dalam LKPD disediakan panduan pencarian informasi dan kerangka berpikir. (<i>Research</i>).	Menciptakan ide-ide orisinal dan solusi yang belum pernah dicoba sebelumnya. Menerapkan konsep fisika dalam cara-cara baru dan unik. Mengembangkan inovasi dari hasil eksperimen atau proyek fisika sederhana
Tahap <i>Discovery</i> : Menekankan kolaborasi tim, di mana peserta didik dibagi dalam kelompok kecil untuk mendesain prototype turbin angin sederhana. Mereka membuat sketsa desain yang mencakup bagian utama, bahan yang digunakan, dan fungsinya, serta melakukan diskusi teknis guna menyesuaikan ide dengan ketersediaan alat dan bahan dari LKPD yang sudah disediakan. (<i>Idea, Analyze Idea</i>)	Menyesuaikan diri dengan perubahan metode pembelajaran atau kondisi eksperimen. Belajar dari kegagalan dan memperbaiki pendekatan dalam penyelesaian masalah. Merespons tantangan baru dalam proyek fisika secara positif.

Tahap <i>Application</i>: Peserta didik peserta didik menyusun daftar alat dan bahan, merakit prototype sesuai panduan LKPD, melakukan uji coba sambil mencatat hasil pengamatan, serta memperbaiki <i>prototype</i> jika diperlukan dan yang disediakan dalam LKPD.. (<i>Build, Test and Refine</i>).	Mengidentifikasi masalah fisika secara sistematis. Merancang langkah-langkah penyelesaian berdasarkan teori fisika yang relevan. Menguji dan mengevaluasi hasil solusi secara logis dan ilmiah
Tahap <i>Communication</i>: Peserta didik melengkapi LKPD, melakukan presentasi didepan kelas untuk mendapatkan feedback dari rekan sejawat untuk bisa mengevaluasi kekeliruan dalam merancang sebuah prototype. (<i>Communicate and Reflect</i>)	Bekerja dalam kelompok untuk mencapai tujuan bersama. Membagi peran dan tanggung jawab secara adil dalam kegiatan fisika. Menghargai pendapat dan kontribusi anggota tim lain.

Tabel 6. Desain Penelitian Kelas Kontrol

O₃ (Pretest)	X₂ (Treatment Kelas Kontrol)	O₄ (Pretest)
Rendahnya kemampuan ET	Tahap Orientasi : Peserta didik mengamati masalah mengenai energi terbarukan melalui video yang ditampilkan guru.	Meningkatnya kemampuan ET

Tahap Presentasi :

Peserta didik terbagi menjadi kelompok kecil untuk mengumpulkan informasi terkait konsep energi terbarukan.

Tahap Latihan Terbimbing:

Peserta didik diberikan arahan dan dibimbing oleh guru untuk mengetahui contoh energi terbarukan, pemanfaatan dan mengerjakan LKPD terkait materi energi terbarukan lalu mengerjakan latihan yang diberikan oleh guru.

Tahap Pemahaman dan Umpan Balik:

Peserta memperhatikan *feedback* yang diberikan oleh guru terkait materi energi terbarukan.

Tahap Latihan Mandiri:

Peserta diberikan latihan mandiri untuk memperkuat pemahaman mengenai materi energi terbarukan.

Keterangan:

O₁ : *pretest* kelas eksperimen

O₂ : *posttest* kelas eksperimen

O₃ : *pretest* kelas kontrol

O₄ : *posttest* kelas kontrol

X₁ : penerapan model PjBL terintegrasi STEM-EDP

X₂ : penerapan model *Direct Instruction* dengan pendekatan *scientific*

Sebelum melaksanakan kegiatan pembelajaran, peserta didik mengikuti tes awal (*pretest*) untuk mengukur tingkat kemampuan *Entrepreneurial Thinking* yang telah dimiliki. Selanjutnya, proses pembelajaran dilaksanakan dengan perlakuan yang berbeda untuk dua kelompok, kelompok eksperimen menerapkan model PjBL dengan pendekatan STEM-EDP, sedangkan kelas kontrol menggunakan model *Direct Instruction* berbasis pendekatan *scientific*. Setelah melaksanakan pembelajaran, peserta didik mengikuti tes akhir (*posttest*). Dari kedua kelompok tersebut dianalisis untuk mengevaluasi mana pengaruh model PjBL terintegrasi

STEM-EDP untuk meningkatkan kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik dalam materi energi terbarukan.

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap mulai tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Berikut ini penjelasan dari setiap tahap.

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Izin kepada kepala SMA Negeri 1 Ambarawa, Pringsewu.
- b. Survei dan melakukan wawancara dengan guru fisika kelas X SMA Negeri 1 Ambarawa
- c. Menentukan kelas sebagai sampel penelitian dan waktu pelaksanaan penelitian.
- d. Menyusun perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Tahap pelaksanaan pada kelas Eksperimen.

No.	Waktu	Tahap Pelaksanaan	Kegiatan Peneliti
1.	Rabu, 05 Maret 2025	1. Peserta didik mengerjakan soal pretest yang diberikan oleh peneliti. 2. Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik sesuai dengan pengalaman belajar. 3. Peserta didik menjelaskan pemahaman tentang	1. Peneliti memberikan soal pretest untuk dikerjakan peserta didik. 2. Peneliti memberikan pertanyaan pemantik terkait materi energi terbarukan. 3. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk menjelaskan

		fenomena terkait energi terbarukan.	fenomena tersebut.
		4. Peserta didik membaca bahan ajar energi terbarukan.	4. Guru membagikan bahan ajar energi terbarukan
2.	Kamis, 13 Maret 2025	5. Peserta didik membentuk kelompok untuk diskusi dengan anggota kelompok. 6. Peserta didik mengamati masalah yang diberikan oleh peneliti terkait <i>prototype</i> sederhana. 7. Peserta didik mencari literatur yang berisi informasi sebagai penunjang pembuatan <i>prototype</i> sederhana.	5. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk membentuk kelompok yang beranggotakan 4-5 orang untuk berdiskusi. 6. Peneliti menyajikan masalah berbentuk gambar dan narasi terkait pembuatan <i>prototype</i> sederhana. 7. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk mencari literatur yang berisi informasi sebagai penunjang pembuatan <i>prototype</i> sederhana.
3.	Rabu, 20 Maret 2025	8. Peserta didik mencari referensi yang berisi penemuan-penemuan terkait <i>prototype</i> beserta alat dan bahan. 9. Peserta didik diberikan LKPD kemudian mulai mengerjakan LKPD secara berkelompok.	8. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk mencari referensi yang berisi penemuan-penemuan terkait <i>prototype</i> beserta alat dan bahan. 9. Peneliti membagikan LKPD untuk dikerjakan secara berkelompok

4.	Rabu, 09 April 2025	10. Peserta didik merancang desain <i>prototype</i> sementara dan menentukan alat bahan yang digunakan untuk dikonsultasikan kepada guru 11. Peserta didik mengerjakan LKPD proyek mengenai desain proyek yang telah dikonsultasikan dan disetujui oleh guru. 12. Peserta didik menyimak arahan yang diberikan guru untuk menyiapkan alat dan bahan dari rumah yang akan digunakan untuk pembuatan <i>prototype</i> pada pertemuan berikutnya.	10. Peneliti memantau diskusi peserta didik mengenai <i>prototype</i> yang akan dirancang dan dibuat dengan menentukan alat bahan yang digunakan. 11. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan LKPD proyek. 12. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk menyiapkan alat dan bahan <i>prototype</i> dari rumah yang akan digunakan untuk pembuatan proyek pada pertemuan berikutnya.
5.	Rabu, 16 April 2025	13. Peserta didik melakukan kegiatan pengujian dan pembuatan <i>prototype</i> serta mencatat hasil pengujian <i>prototype</i> pada LKPD. 14. Peserta didik untuk mengerjakan LKPD pengujian proyek dan menyimpulkan hasil percobaan	13. Peneliti memandu peserta didik dalam kegiatan pengujian <i>prototype</i>. 14. Peneliti mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan LKPD pengujian proyek dan menyimpulkan hasil pengujian

6.	Rabu, 23 April 2025	15. Peserta didik melakukan presentasi hasil akhir proyek dan hasil percobaan <i>prototype</i> di depan kelas secara bergantian tiap kelompok.	15. Peneliti memandu peserta didik untuk melakukan presentasi hasil akhir <i>prototype</i> dan hasil percobaan.
		16. Peserta didik menyimpulkan proyek yang telah dilakukan	16. Peneliti memandu peserta didik untuk menyimpulkan proyek yang telah dilakukan
		17. Peserta didik menyimak penguatan yang diberikan oleh guru mengenai materi energi terbarukan	17. Peneliti memberikan penguatan mengenai materi energi terbarukan
		18. Peserta didik mengerjakan soal <i>posttest</i> .	18. Peneliti memberikan soal <i>posttest</i> kepada peserta didik kemudian menutup pembelajaran.

Tahap pelaksanaan pada kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Tahap Pelaksanaan Kelas Kontrol

No.	Waktu	Tahap Pelaksanaan	Kegiatan Peneliti
1.	Senin, 10 Maret 2025	1. Peserta didik mengerjakan soal <i>pretest</i> yang diberikan oleh peneliti. 2. Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik terkait energi terbarukan.	1. Peneliti memberikan <i>pretest</i> untuk mengetahui pemahaman konsep. 2. Peneliti memberikan pertanyaan pemantik terkait energi terbarukan.
2.	Senin, 17 Maret 2025	3. Peserta didik membuat kelompok sesuai	3. Peneliti mengarahkan peserta didik

		instruksi yang diberikan guru.	untuk membentuk kelompok yang beranggotakan 4-5 orang untuk berdiskusi.
		4. Peserta didik memperhatikan penjelasan dan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru	
		5. Peserta didik berdiskusi dengan kelompok untuk memberikan contoh fenomena energi terbarukan	4. Peneliti menjelaskan dan memberikan pertanyaan kepada peserta didik mengenai materi energi terbarukan.
			5. Peneliti membimbing membimbing peserta didik untuk memberikan contoh-contoh fenomena energi terbarukan.
3.	Senin, 14 Maret 2025	6. Peserta didik berdiskusi dengan kelompok untuk mencari sumber informasi dari internet definisi energi terbarukan, contoh penerapan sumber energi.	6. Peneliti membimbing peserta didik untuk menerapkan konsep perubahan energi dalam penyelesaian masalah.
		7. Peserta didik bertanya mengenai pemanfaatan sumber energi contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	7. Peneliti Peserta didik bertanya mengenai pemanfaatan sumber energi contoh penerapannya dalam
		8. Peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya dan mengerjakan LKPD	

		diberikan oleh peneliti.	kehidupan sehari-hari. 8. Peneliti membimbing peserta didik mengerjakan LKPD.
4.	Senin, 21 Maret 2025	9. Peserta didik mengerjakan latihan mandiri mengenai materi energi terbarukan 10. Peserta didik memperhatikan dan memahami penguatan materi. 11. Peserta didik mengerjakan soal <i>posttest</i> .	9. Peneliti memberikan latihan mandiri kepada peserta didik dan dikerjakan secara individu. 10. Peneliti menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan evaluasi pembelajaran bersama peserta didik. 11. Peneliti memberikan soal <i>posttest</i> kepada peserta didik kemudian menutup pembelajaran.

3. Tahap akhir

Adapun langkah terakhir penelitian adalah :

- Mengkaji hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik serta instrumen pendukung lainnya.
- Membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan dengan menggunakan *N-gain* untuk menentukan seberapa besar peningkatan keterampilan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- Menarik kesimpulan dari data yang didapat melalui kajian data, selanjutnya menyusun laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen atau alat ukur yang digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian ini sebagai berikut.

1. Instrumen Penelitian Pendahuluan

- a. Lembar Pra Penelitian

Lembar pra penelitian adalah untuk mengumpulkan informasi awal yang berkaitan dengan objek penelitian, memastikan kesiapan instrumen penelitian, serta membantu peneliti mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin muncul selama penelitian berlangsung.

- b. Lembar Observasi

Lembar observasi adalah instrumen yang digunakan untuk mencatat dan mengumpulkan data secara sistematis selama proses observasi dalam sebuah penelitian.

2. Instrumen Perangkat Pembelajaran

- a. Modul Ajar

Modul ajar adalah suatu perangkat pembelajaran yang digunakan guru pada kurikulum merdeka sebagai acuan untuk melaksanakan pembelajaran.

- b. LKPD

LKPD adalah bahan ajar yang digunakan guru untuk mendukung peserta didik dalam memahami materi.

3. Instrumen Pengukuran

Instrumen penelitian yang digunakan untuk penelitian ini merupakan instrument tes *Entrepreneurial Thinking*, soal tes digunakan sebagai alat untuk mengukur keterampilan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik pada awal pembelajaran serta mengukur tingkat perubahan

keterampilan peserta didik pada akhir pembelajaran. Soal tes yang digunakan berjumlah 10 soal uraian.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen digunakan dalam proses pengumpulan data, dimana untuk membuktikan hipotesis. Pembuktian hipotesis bergantung pada benar atau tidaknya baik atau tidaknya instrumen pengumpulan data. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan instrumen untuk memenuhi kriteria penting, seperti valid dan reliabel. Oleh sebab itu sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tersebut diuji diluar sampel penelitian dengan menggunakan uji validitas dan reliabilitas pada program IBM SPSS Statistics 26.

3.7.1 Uji Validitas

Uji validitas berfungsi untuk mengukur seberapa akurat suatu alat ukur untuk dapat mengukur apa yang ingin diukur, sehingga dapat memperoleh suatu data yang valid. Valid yang dimaksudkan untuk mengukur sah atau tidaknya suatu instrumen. *Pearson correlation* digunakan dalam penelitian ini. Validnya data dapat dilihat dari $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka dapat dikatakan bahwa instrumen valid, sedangkan jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen dikatakan tidak valid.

Kriteria pengujian instrumen yaitu sebagai berikut:

1. $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka instrumen valid
2. $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tidak valid.

Interpretasi mengenai besarnya validitas butir soal menurut Arikunto (2013) disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Interpretasi Validitas

Nilai r_{hitung}	Interpretasi Validitas
0,800-1,00	Sangat Tinggi

0,600-0,799	Tinggi
0,400-0,599	Sedang
0,200-0,399	Rendah
0,00-0,1999	Sangat Rendah

Hasil uji validitas instrument tes kemampuan *Entrepreneurial Thinking* pada materi energi terbarukan telah diujikan pada 30 responden ($r_{\text{tabel}} = 0,361$) disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Hasil Uji Validitas

No. Soal	<i>Pearson Corelate</i>	Interpretasi	Keterangan
1	0,461	Sedang	Valid
2	0,529	Sedang	Valid
3	0,242	Rendah	Tidak Valid
4	0,529	Sedang	Valid
5	0,529	Sedang	Valid
6	1,000	Sangat tinggi	Valid
7	0,396	Rendah	Valid
8	0,633	Sedang	Valid
9	0,279	Rendah	Tidak Valid
10	0,193	Sangat rendah	Tidak Valid
11	1,000	Sangat tinggi	Valid
12	0,529	Sedang	Valid
13	0,279	Rendah	Tidak Valid
14	0,633	Tinggi	Valid
15	1	Sangat rendah	Tidak valid

Kriteria pengujian dilihat berdasarkan nilai *pearson correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} sebesar 0,361. Berdasarkan hasil uji validitas didapati bahwa 15 butir soal instrumen tes kemampuan ET dinyatakan 15 butir soal terdapat 5 butir soal yang tidak valid. Sebanyak 10 butir soal dari 10 butir soal valid yang digunakan dalam instrumen tes tersebut.

3.7.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui apakah data yang dihasilkan bersifat reliabel atau tidak. Reliabilitas merupakan uji yang dilaksanakan

untuk mengukur tingkat konsistensi skor/ nilai yang dicapai bila instrumen digunakan secara berulang-ulang. Uji reliabilitas dilakukan dengan membandingkan nilai *cronbach's alpha* dengan tingkat atau taraf signifikan yang digunakan. Kriteria pengujian disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi Reliabilitas

Nilai Reliabilitas Instrumen	Interpretasi reliabilitas
0,90-1,00	Sangat Tinggi
0,70-0,90	Tinggi
0,40-0,70	Sedang
0,20-0,40	Rendah
< 0,20	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013)

Nilai *Cronbach's Alpha* yang diperoleh sebesar 0,915 menunjukkan bahwa instrumen tes ET pada topik Energi Terbarukan memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi. Dengan demikian, instrumen tersebut dapat dianggap konsisten dalam mengukur kemampuan ET.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah pengumpulan data hasil belajar peserta didik yang dilakukan dengan teknik tes. Tes yang diberikan berupa soal uraian, terdapat *pretest* dan *posttest* yang akan diberikan kepada seluruh peserta didik, baik pada kelas eksperimen ataupun kelas kontrol. *Pretest* diberikan sebelum pembelajaran dimulai sedangkan *posttest* diberikan setelah pembelajaran dilaksanakan. Kemudian akan diperoleh nilai rata rata *N-Gain* dari hasil *pretest* dan *posttest*. Tes yang diberikan bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan ET peserta didik pada kelas eksperimen menggunakan PjBL terintegrasi STEM-EDP dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran Direct Instruction dengan pendekatan *scientific*.

$$\text{Nilai Hasil Belajar} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

3.9 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif inferensial yang merupakan teknik analisis data kuantitatif yang digunakan menganalisis data sampel untuk diambil kesimpulan melalui rumus statistik yang lebih mendalam. Data yang telah dikumpulkan dianalisis dengan berbantu software IBM SPSS Statistics 26.0.

3.9.1 Menghitung *N-Gain*

Uji *Normalized Gain* (*N-Gain*) digunakan untuk mengukur efektivitas penerapan metode atau perlakuan dalam suatu penelitian. Uji ini dilakukan dengan menghitung perbedaan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan. Dalam penelitian ini data dianalisis berasal dari hasil *pretest* dan *posttest* terkait kemampuan *entrepreneurial thinking*.

Hasil *pretest* dan *posttest* tersebut kemudian dianalisis menggunakan uji *N-Gain* untuk melihat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk mengetahui hal tersebut menggunakan rumus berikut ini.

$$(g) = \frac{\text{posttest} - \text{pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{pretest}}$$

Hasil perhitungan *N-Gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi dalam Tabel 12.

Tabel 12. Klasifikasi Uji *N-Gain*

Rata-rata N-Gain	Klasifikasi
$N\text{-Gain} > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N\text{-Gain} \leq 0,70$	Sedang
$N\text{-Gain} < 0,30$	Rendah

(Meltzer, 2002).

3.9.2 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan data dari penelitian telah berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan *Kolmogorov-Smirnov* dikarenakan sampel lebih dari 50 (Quraisy, 2022). Pengambilan data ini menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* pada SPSS 26.0 yang dapat dihitung berdasarkan nilai signifikansi dan probabilitas, dengan ketentuan:

- i. Jika H_0 : Data berdistribusi normal
- ii. Jika H_1 : Data berdistribusi normal

Dasar pengambilan keputusan, jika nilai $\text{Sig} \leq 0,05$ maka H_0 ditolak atau distribusi tersebut tidak normal, sedangkan jika nilai $\text{Sig} > 0,05$ maka H_0 diterima atau nilai distribusi tersebut dikatakan normal (Suyatna, 2017).

3.9.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui homogenitas dari sampel yang diberikan pada penelitian. Uji ini akan dilakukan dengan software IBM SPSS 26.0. data yang homogen selanjutnya dapat dilakukan uji hipotesis statistik parametrik, sedangkan data yang tidak homogen akan dilakukan uji non parametrik. Interpretasi uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Interpretasi uji Homogenitas

Nilai sig.	Interpretasi
$\text{Sig.} \leq 0,05$	Varians dari dua data atau lebih kelompok populasi data adalah tidak sama (tidak homogen).

Sig. > 0,05

Varians dari dua data atau lebih kelompok populasi data adalah sama (homogen).

3.9.4 Uji Kategorisasi Data Penelitian

Uji Kategorisasi dimanfaatkan untuk mengelompokkan individu ke dalam beberapa tingkat atau jenjang berdasarkan suatu kontinum atribut yang sedang diukur. Dalam penelitian ini, subjek diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Pengelompokan tersebut didasarkan pada norma kategori dari data hipotetik yang ditentukan menggunakan rumus tertentu (Azwar, 2012). Pengkelompokan lima kategorisasi dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 14. Rumus Hipotestik Kategorisasi

Kategorisasi	Rumus
Sangat Rendah	$X \leq M - 1,5SD$
Rendah	$M - 1,5SD < X \leq M - 0,5SD$
Sedang	$M - 0,5SD < X \leq M + 0,5SD$
Tinggi	$M + 0,5SD < X \leq M + 1,5SD$
Sangat Tinggi	$M + 1,5SD < X$

(Azwar, 2012)

3.10 Pengujian Hipotesis

3.10.1 Uji *Independent Sampel T-Test*

Uji Independent Sample T-Test digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak

berhubungan. Hipotesis diujikan dengan *Independent Sample T-Test* sebagai berikut.

1. Rumusan Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik dengan menggunakan PjBL dengan pendekatan STEM berbasis EDP antara kelas eksperimen dan kelas kontrol .

H_1 : Terdapat perbedaan kemampuan berpikir *Entrepreneurial Thinking* peserta didik dengan menggunakan PjBL dengan pendekatan STEM berbasis EDP antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

2. Pengambilan keputusan

H_0 ditolak jika $\text{sig} < \alpha$ dan akan diterima jika sebaliknya, dengan menggunakan taraf sigifikasi $\alpha = 0,05$.

Menurut Suyatna (2017) kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi sebagai berikut:

- a. Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
- b. Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

3. Apabila data tidak berdistribusi normal, maka akan dilakukan uji statistik non parametrik.

3.10.2 Uji *Paired Sample T-Test*

Uji *paired sample t-test* digunakan untuk mengevaluasi perbedaan rata-rata suatu variabel dalam kelompok yang sama, tetapi pengukuran dilakukan pada dua waktu yang berbeda. Dalam hal ini, sampel dianggap berpasangan karena membandingkan hasil sebelum dan sesudah perlakuan atau intervensi pada subjek yang sama.

Hipotesis diuji dengan *Paired Sampel T-test* menggunakan software IBM Statistics SPSS 26.0. Hipotesis yang diuji pada kelas eksperimen adalah sebagai berikut.

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan ET peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan model PjBL terintegrasi STEM-EDP.
- H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan ET peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan model PjBL terintegrasi STEM-EDP

Hipotesis yang diuji pada kelas kontrol adalah sebagai berikut.

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan ET peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan model *Direct Instruction* dengan pendekatan *scientific*.
- H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan ET peserta didik sebelum dan sesudah diajarkan model *Direct Instruction* dengan pendekatan *scientific*.

Pedoman pengambilan keputusan Menurut Suyatna (2017), kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
- Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

3.10.3 Uji *Analysis of Covariance* (ANCOVA)

Menurut Mackey and Gass (2016) uji ANCOVA merupakan teknik analisis statistic yang digunakan untuk menguji hipotesis dengan meningkatkan akurasi melalui pengendalian variabel lain. Tujuan dari penggunaan ANCOVA adalah untuk menilai pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen dengan mempertimbangkan pengaruh variabel pengontrol. Uji ini dapat digunakan dengan *Analysis of Covariance* (ANCOVA) untuk mengetahui perlakuan terhadap variabel independen dengan mengontrol variabel lain. ANCOVA digunakan untuk menjawab hipotesis.

H_0 : Model Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM-EDP tidak efektif dalam meningkatkan kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik SMA pada topik energi terbarukan.

H_1 : Model Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM-EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan *entrepreneurial thinking* peserta didik SMA pada topik energi terbarukan.

Sebelum menggunakan formula ANCOVA untuk menguji hipotesis, ada empat asumsi yang harus dipenuhi yaitu:

- Memastikan bahwa data berdistribusi normal (Uji Normalitas)
- Variansi data dari kedua grup adalah homogen (Uji Homogenitas)
- Tidak ada hubungan antara kovariat dengan variabel independen atau variabel bebas (Uji Homogenitas Regresi), dan
- Ada hubungan linier antara kovariat dengan variabel independen atau variabel terikat (Uji Linieritas).

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain dalam sebuah penelitian, dapat dilakukan melalui analisis *Effect Size*.

Nilai *Effect Size* dapat diperoleh dengan menggunakan indikator Partial Eta Square (η^2).

Adapun interpretasi *effect size* dengan ANCOVA disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Interpretasi *effect size* dengan ANCOVA

Nilai Partila Eta Square (1)	Interpretasi (2)
0,14	Besar
0,06	Sedang
0,001	Kecil

(Cohen, 2009)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan kemampuan *entrepreneurial thinking* antara peserta didik di kelas eksperimen yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL)-STEM terintegrasi EDP dan kelas kontrol yang menerapkan model *Direct Instruction* dengan pendekatan *scientific* pada materi energi terbarukan. Perbedaan ini terlihat dari hasil kemampuan *entrepreneurial thinking* pada seluruh indikator di kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Temuan ini diperkuat oleh hasil *uji Independent Sample T-test* dengan nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0,000, serta nilai *effect size* sebesar 0,646 yang termasuk dalam kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan model PjBL-STEM terintegrasi EDP memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan *Entrepreneurial Thinking* peserta didik pada topik energi terbarukan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Kepada peneliti selanjutnya sebaiknya, lebih memahami indikator *Entrepreneurial Thinking* secara baik dan benar agar langkah-langkah pembelajaran tepat dan sesuai.

2. Model pembelajaran PjBL -STEM terintegrasi EDP dapat digunakan pada guru materi fisika, sehingga kemampuan *Entrepreneurial Thinking* semakin meningkat.
3. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan aspek terutama *Entrepreneurial Thinking* untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif serta mempengaruhi efektivitas model pembelajaran.

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), 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Adelia, W. S., Sinaga, B., & Nasution. (2020). Analysis of Mathematical Problem Solving Ability of Students Viewed from Creative Thinking Stages in Problem-Based Learning Model. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(10), 496–502. <https://dx.doi.org/10.18415/ijmmu.v7i10.2106>
- Aditya, S., Berutu, M. B., & Ramadhan, Z. (2024). Entrepreneurial Fuel for Success: The Influence of Opportunity and Skills on Student Entrepreneurial Motivation. *Jurnal Dinamika Manajemen Dan Bisnis*, 7(2), 33–45. <https://doi.org/10.21009/JDMB.07.2.3>
- Agustyaningrum, N., Pradanti, P., & Yuliana. (2022). Teori Perkembangan Piaget dan Vygotsky: Bagaimana Implikasinya dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar? *Jurnal Absis: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 5(1), 568–582. <https://doi.org/10.30606/absis.v5i1.1440>
- Arifin, N. R., & Mahmud, S. N. D. (2021). A Systematic Literature Review of Design Thinking Application in STEM Integration. *Creative Education*, 12(07), 1558–1571. <https://doi.org/10.4236/ce.2021.127118>
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara. 334 hlm.
- Aziz, A. N., Rahmatullah, A. S., Anjasari, T., & Janti, S. A. (2023). Efek Psikologis Pembelajaran Homeschooling dalam Penerapan Teori Sosial Kognitif dan Konstruktivisme. *Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*. Aksara, 09(1), 2407-8018. <http://dx.doi.org/10.37905/aksara.9.1.113-128.2023>.
- Azwar. (2012). *Penyusunan Skala Psikologi Edisi 2*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 112 hlm.
- Bada, D., & Olusegun, S. (2015). Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*. 5(6), 66–70. <https://doi.org/10.97902F7388-05616670>

- Badi'ah, Z. (2021). Implikasi Teori Belajar Kognitif J. Piaget dalam Pembelajaran Bahasa Arab dengan Metode Audiolongual. *Attractive : Innovative Education Journal*, 3(1), 76. <https://doi.org/10.51278/aj.v3i1.166>
- Biru, M. D. (2024). Energi terbarukan: Analisis kebijakan pemanfaatan biodisel kelapa sawit sebagai bahan bakar nabati nasional di tengah kontroversinya sebagai faktor pendorong deforestasi. *Trend and Future of Agribusiness Journal*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.61511/tafoa.v1i1.2024.543>
- Cohen, J. (2009). *Statistical power analysis for the behavioral sciences 2*. Hillsdale: Routledge. Psychology Press. 567 pages.
- Deshmukh, M. K. G., Sameeroddin, M., Abdul, D., & Abdul Sattar, M. (2023). Renewable energy in the 21st century: A review. *Materials Today: Proceedings*, 80, 1756–1759. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.501>
- Dewi, I., Siregar, H., Agustia, A., & Dewantara, K. H. (2024). Implementasi Case Method Berbasis Pembelajaran Proyek Kolaboratif terhadap Kemampuan Kolaborasi Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 9(2), 261. <https://doi.org/10.25157/teorema.v9i2.16341>
- Emira Hayatina Ramadhan & Hindun Hindun. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Membantu Siswa Berpikir Kreatif. *Protasis: Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pengajarannya*, 2(2), 43–54. <https://doi.org/10.55606/protasis.v2i2.98>
- Farwati, R., Metafisika, K., Sari, I., Sitinjak, D. S., Solikha, D. F., & Solfarina, S. (2021). STEM Education Implementation in Indonesia: A Scoping Review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 1(1), 11–32. <https://doi.org/10.53889/ijses.v1i1.2>
- Firdausi Nuzula & Budi Jatmiko. (2023). Pembelajaran Fisika Dengan Model PBL Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Student Scientific Creativity Journal*, 1(5), 311–323. <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v1i5.2044>
- Firman, Syamsiara Nur, & Moh. Aldi SL.Taim. (2023). Analysis of Student Collaboration Skills in Biology Learning. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 7(1). 82–89. <https://doi.org/10.33369/diklabio.7.1.82-89>
- Fleischmann, F. (2015). What Is Entrepreneurial Thinking: Ten Theses and Provocations. In G. Faltin (Ed.), *Handbuch Entrepreneurship Springer Fachmedien Wiesbaden*. 1(2). 1–12. https://doi.org/10.1007/978-3-658-05263-8_2-1
- Habibaturrohman, Z., Kaniawati, I., Solihat, R., & Nirbayati, W. F. (2023). How to Integrate ESD (Education for Sustainable Development) into STEM

- Education?: A Systematic Literature Review. *Journal of Natural Science and Integration*, 6. <https://doi.org/DOI: 10.24014/jnsi.v6i2.29924>
- Habsy, B. A., Rachmawati, A. P., Wiyono, R. F. W. F., & Rakhmanita, A. (2023). Penerapan Perkembangan Kognitif Jean Piaget dan Perkembangan Bahasa Vygotsky dalam Pembelajaran. *Tsaqofah*, 4(1), 143–158. <https://doi.org/10.58578/tsaqofah.v4i1.2143>
- Halawa, A., Telaumbanua, A., & Zebua, Y. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(2), 582–589. <https://doi.org/10.56248/educativo.v1i2.84>
- Hanif Firmansyah. (2023). Profil Kreativitas Peserta Didik Kelas 3 Sdn Rejosari 01 Pada Proyek Pembuatan Kincir Angin Sederhana. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(2), 4754–4766. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v9i2.1172>
- Harefa, M., Harefa, J. E., & Harefa, A. (2023). Kajian Analisis Pendekatan Teori Konstruktivisme Dalam Proses Belajar Mengajar. *Educativo: Jurnal Pendidikan*. 2(1), 289–297. <https://doi.org/10.56248/educativo.v2i1.150>
- Hasanah, M., Budiretnani, D. A., & Rahmawati, I. (2022). Meningkatkan Kolaborasi Belajar Siswa Kelas X- 9 SMA Negeri 4 Kediri Berdasarkan Implementasi Pembelajaran. *Seminar Nasional Sains, Kesehatan, dan Pembelajaran*. 3(4): 2037–2041. <https://doi.Org/10.31004/Basicedu.V3i4.260>
- Irawati, F., Kartikasari, F. D., & Tarigan, E. (2021). Pengenalan Energi Terbarukan dengan Fokus Energi Matahari kepada Siswa Sekolah Dasar dan Menengah. *Publikasi Pendidikan*, 11(2), 164. <https://doi.org/10.26858/publikan.v11i2.16413>
- Isnaniah, N. (2022). Pembelajaran Fisika Berbasis Etno-STEM melalui Permainan Tradisional Kalimantan Selatan. *Al Kawnu: Science And Local Wisdom Journal*, 2(1), 116-121. <https://doi.org/10.18592/alkawnu.v1i1.7418>
- Jannah, S. R., Firmansyah, R., & Nurfitri, A. (2023). Penerapan Model Project Based Learning dalam Menginisiasi Kegiatan Kolaboratif Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Biologi*, 1(3), 1–10. <https://doi.org/10.47134/biology.v1i3.1972>
- Kamaliah, L., Rosidah, C., Talenta, I. D., & Utami, A. R. (2025). Peran Pendidikan Dalam Pengembangan Literasi Digital. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*. 12(2), 746–757. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i2.1455>

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kopnina, H. (2020). Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals. *The Journal of Environmental Education*, 51(4), 280–291. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1710444>
- Kustanto, P., Bram Khalil, R., & Noe'man, A. (2024). Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif. *Journal of Students' Research in Computer Science*, 5(1), 83–94. <https://doi.org/10.31599/6x0dfz47>
- Laboy Rush, D. (2010). *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. 12(1), 12–13. <https://www.learning.com/stem/whitepaper/integrated-STEM-throughProject-basedLearning>
- Leiva-Lugo, L., Álvarez-Icaza, I., López-Hernández, F. J., & Miranda, J. (2024). Entrepreneurial thinking and Education 4.0 in communities with development gaps: An approach through the Sustainable Development Goals. *Frontiers in Education*, 9(1), 137–709. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1377709>
- Mackey and Gass, A., S., M. (2016). *Second Language Research: Methodology and Design (Second Edition)*. New York: Routledge. 452 pages
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Ma'wa, A. J., Toto, T., & Kustiawan, A. (2022). Pengaruh Model PJBL-Stem Dalam Pembelajaran Ipa Pada Materi Bioteknologi Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1), 307. <https://doi.org/10.25157/j-kip.v3i1.7256>
- Melati, P. D., Rini, E. P., Musyaiyadah, M., & Firman, F. (2024). Implementasi Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) dalam Kurikulum Merdeka di Sekolah Menengah Atas (SMA). *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(4), 2808–2819. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i4.6762>
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Morgan, J. R., Moon, A. M., & Barroso, L. R. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and*

Mathematics (STEM) Approach. Leiden: Brill. 29-39.
https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_4

- Mulyono, H., Atmojo, I. R. W., Mahfud, H., & Pratama, R. R. (2020). Implementation of Creative Entrepreneurship Learning Model Based on Discovery Skills to Improve PSTE Students' Entrepreneurial Skills in Science Learning of Energy Material. *Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education (ICLIQE 2019)*. Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education (ICLIQE 2019), Solo Baru, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.059>
- Mursid, R., Saragih, A. H., & Hartono, R. (2021). The Effect of the Blended Project-based Learning Model and Creative Thinking Ability on Engineering Students' Learning Outcomes. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(1), 218–235. <https://doi.org/10.46328/ijemst.2244>
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 34–45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>
- Ndiung, S., & Menggo, S. (2024). Project-Based Learning in Fostering Creative Thinking and Mathematical Problem-Solving Skills: Evidence from Primary Education in Indonesia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(8), 289–308. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.8.15>
- Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model in Science Learning: Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2(1), 012-043. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>
- Nurwahyuni & Siti Khadijah. (2025). Penerapan Metode Bermain Peran (Role Playing) dalam Meningkatkan Keterampilan Sosial Dan Keterampilan Berbicara Pada Anak Kelas II SD: (Penelitian Tindakan Kelas di Kelas 2 MI Nahdiyah Desa Tanah Tinggi Kecamatan Tapung Hilir). *Student Scientific Creativity Journal*, 3(2), 174–183. <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v3i2.5572>
- Piaget, J. (1971). *Science Education And The Psychology The Child*. London: Routledge and Kegan Paul. 173 pages.
- Portuguez Castro, M., & Gómez Zermeno, M. G. (2021). Identifying Entrepreneurial Interest and Skills among University Students. *MDPI: Sustainability*, 1(3), 69-95. <https://doi.org/10.3390/su13136995>

- Putra, P. D. A., Sulaeman, N. F., Supeno, & Wahyuni, S. (2023). Exploring Students' Critical Thinking Skills Using the Engineering Design Process in a Physics Classroom. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 32(1), 141–149. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00640-3>
- Putri, Salma Fauziyah, Muhammad Usamah Ibnu Khair, & Gusmaneli Gusmaneli. (2024). Efektivitas Penerapan Teknik Umpan Balik Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Intellektika : Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 2(4), 01–13. <https://doi.org/10.59841/intellektika.v2i4.1145>
- Quraissy, A. (2022). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk: Studi kasus penghasilan orang tua mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Unismuh Makassar. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*, 3(1), 7–11. <https://doi.org/10.36339/jhest.v3i1.42>
- Rachmawati, U., Pradita, L. E., Ulyan, M., & Sotlikova, R. (2024). The Implementation of Project-Based Learning in Higher Education: A Case Study in the Indonesian Context. *Journal of Languages and Language Teaching*, 12(1), 475–500. <https://doi.org/10.33394/jollt.v12i1.8976>
- Rahman, A. A. (2022). Integrasi Computational Thinking dalam Model EDP-STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(2), 575–590. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.409>
- Rahmania, I. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161–1167. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i1.1727>
- Ratnawati, Y. S. (2023). Analisis Pengaruh Pendidikan Kewirausahaan dan Pengetahuan Kewirausahaan terhadap Niat Berwirausaha yang Dimediasi oleh Pola Pikir Kewirausahaan. *JPEK (Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Kewirausahaan)*, 7(1), 217–226 <https://doi.org/10.29408/jpek.v7i1.12362>
- Rosidin, U. (2017). *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran* (Vols. 1–136). Yogyakarta: Media Akademik. 316 hlm.
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills On Static Fluid Topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i2.1805>
- Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2), 136–148. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v2i2.1081>

- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Shofia Rohmah, N. N., Markhamah, Sabar Narimo, & Choiriyah Widyasari. (2023). Strategi Penguatan Profil Pelajar Pancasila Dimensi Berkebhinekaan Global Di Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(3), 1254–1269. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i3.6124>
- Sinaga, F. P., Darmaji, D., & Kurniawan, D. A. (2024). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Pada Materi Fluida Dinamis di SMA Swasta Kota Jambi: Analysis of Students' Problem Solving Abilities in Physics Subjects in Private High Schools Jambi City. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(1), 13–18. <https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v13i1.29770>
- Suryana, E., Aprina, M. P., & Harto, K. (2022). Teori Konstruktivistik dan Implikasinya dalam Pembelajaran. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(7), 2070–2080. <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i7.666>
- Sutiyono, A., Apriliana, E. N., Putri, A. R., & Chantarosombat, C. (2024). Developing Teaching Material Used Project-based Learning to Improve Student's Research Skills. *Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.24042/002024151703400>
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan Spss Untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademik. 115 hlm.
- Tien Long, N., Thi Hoang Yen, N., & Van Hanh, N. (2020). The Role of Experiential Learning and Engineering Design Process in K-12 Stem Education. *International Journal of Education and Practice*, 8(4), 720–732. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2020.84.720.732>
- Toma, R. B., Yáñez-Pérez, I., & Meneses-Villagr , J.  . (2024). Towards a Socio-Constructivist Didactic Model for Integrated STEM Education. *Interchange*, 55(1), 75–91. <https://doi.org/10.1007/s10780-024-09513-2>
- Tytler, R. (2020). STEM Education for the Twenty-First Century. In J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated Approaches to STEM Education Springer International Publishing*. 1(5), 21–43. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3
- Ulum, Moch. B., Putra, P. D. A., & Nuraini, L. (2021). Identifikasi penggunaan EDP (Engineering Design Process) dalam berpikir engineer siswa SMA melalui Lembar Kerja Siswa (LKS). *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 8(2), 53. <https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v8i2.20753>

- Van Geert, P. (1998). A dynamic systems model of basic developmental mechanisms: Piaget, Vygotsky and beyond. *Department of Developmental Psychology*. The Netherlands. 677 pages .
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Massachusetts: Harvard University Press. 174 pages.
- Wahdah, N., Nugroho, K. A., & Jumadi, J. (2023). Enhance Critical Thinking Skills in Application of PjBL-STEM on Fluids Dynamics: A Literature Study. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 89–94. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2743>
- Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 012-208. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>
- Winarno, N., Rusdiana, D., Samsudin, A., Susilowati, E., Ahmad, N., & Afifah, R. M. A. (2020). The steps of the Engineering Design Process (EDP) in science education: A systematic literature review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1345–1360. <https://doi.org/10.17478/jegys.766201>
- Wisutama, R. A., Sulaeman, N. F., & Zulkarnaen, Z. (2023). Argumentation Skill In Stem-Edp Worksheet For High School Students: Validity Aspect. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(3), 137. <https://doi.org/10.19184/jpf.v12i3.42638>
- Yurniman Ndruru Susiana Lase, Noverlina Zendrato, & Yosia Belo. (2024). Pentingnya Keterampilan Hidup dalam Mewujudkan Ide-Ide Bisnis yang Inovatif. *Nian Tana Sikka : Jurnal ilmiah Mahasiswa*, 3(1), 93–106. <https://doi.org/10.59603/niantanasikka.v3i1.612>