

**EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK
MENGENAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK
MENDUKUNG PERAN ESD**

(Skripsi)

Oleh

**ANITA FITRIA
NPM 2113022018**



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

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK MENGENAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK MENDUKUNG PERAN ESD

Oleh

ANITA FITRIA

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan yang penting dimiliki oleh peserta didik abad 21, keterampilan ini juga mendukung peranan pendidikan untuk menghadapi tantangan keberlanjutan. Keterampilan ini memberikan pemahaman untuk mengevaluasi dan memecahkan permasalahan. Rendahnya keterampilan berpikir kritis menyebabkan penerapan pembelajaran *problem based learning* diterapkan pada penelitian ini, dan bertujuan untuk mengetahui efektivitas *problem based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik mengenai energi alternatif sebagai pendukung peran ESD. Desain penelitian ini adalah *quasi experimental design* dengan bentuk *non-equivalent control group desain*. Sampel yang digunakan yaitu kelas X E sebagai kelas eksperimen dan kelas X D sebagai kelas kontrol di SMAN 14 Bandar Lampung. Instrumen tes yang digunakan berupa 10 soal uraian dengan *cronbach's alpha* sebesar 0,862. Rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen yaitu 0,63 dengan kategori sedang dan rata-rata *n-gain* pada kelas kontrol yaitu 0,41 dengan kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa indikator keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi.. Berdasarkan uji hipotesis menggunakan *independent sampel t-test* diperoleh nilai *sig.* sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Hasil uji *effect size* pada penelitian ini mendapatkan nilai *cohen's d* sebesar 1,361 dengan kategori besar.

Kata kunci: Berpikir Kritis, Energi Alternatif, ESD, *Problem Based Learning*

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF PROBLEM BASED LEARNING ON STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS REGARDING ALTERNATIVE ENERGY TO SUPPORT THE ROLE OF ESD

By

ANITA FITRIA

Critical thinking skills are important skills for 21st century students, these skills also support the role of education to face sustainability challenges. These skills provide an understanding to evaluate and solve problems. The low level of critical thinking skills causes the application of problem-based learning to be applied in this study, and aims to determine the effectiveness of problem-based learning on students' critical thinking skills regarding alternative energy as a supporter of the role of ESD. The design of this study is a quasi-experimental design with a non-equivalent control group design. The samples used were class X E as the experimental class and class X D as the control class at SMAN 14 Bandar Lampung. The test instrument used was 10 essay questions with a cronbach'alpha of 0.862. The average n-gain of critical thinking skills of students in the experimental class was 0.63 with a moderate category and the average n-gain in the control class was 0.41 with a moderate category. This shows that the indicator of critical thinking skills in the experimental class has increased higher. Based on the hypothesis test using the independent sample t-test, the sig. value was obtained. of $0.000 < 0.05$ so it can be concluded that there is a significant difference between the average n-gain of critical thinking skills of students in the experimental class and the control class. The results of the effect size test in this study obtained a cohen's d value of 1.361 with a large category.

Key word: Alternatif Energy, Crtitical Thinking, Problem Based Learning

**EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK
MENGENAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK
MENDUKUNG PERAN ESD**

Oleh

ANITA FITRIA

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
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK MENGENAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK MENDUKUNG PERAN ESD

Nama Mahasiswa

Anita Fitria

Nomor Pokok Mahasiswa

2113022018

Program Studi

Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan MIPA

Fakultas

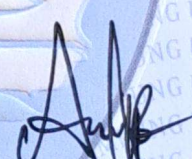
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.

NIP 19600301 198503 1 003


Anggreini, S.Pd., M.Pd.

NIP 19910501 201903 2 029

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.

Sekretaris

: Anggreini, S.Pd., M.Pd.

Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Viyanti, M.Pd.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 16 April 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Anita Fitria
NPM : 2113022018
Fakultas/ Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Jl. Ir. H. Djuanda, Pekon Way Gelang, Kecamatan
Kotaagung Barat, Kabupaten Tanggamus

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan yang saya ketahui 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.

Bandar Lampung, 16 April 2025



Anita Fitria
NPM 2113022018

RIWAYAT HIDUP

Anita Fitria merupakan penulis dari penelitian ini. Tempat kelahiran penulis di Kotaagung, 16 Desember 2002. Putri pertama dari Bapak Aco Mafiase dan Ibu Risdalina, memiliki seorang adik perempuan bernama Alifa Khoirunnisa.

Pendidikan formal pertama yang ditempuh penulis yaitu TK RA Al-Quran Kotaagung dan lulus pada tahun 2009, kemudian melanjutkan ke jenjang Sekolah Dasar di SD Negeri 3 Kuripan Kotaagung dan lulus pada tahun 2015. Penulis melanjutkan pendidikan nya di SMPN 1 Kotaagung dan lulus pada tahun 2018, kemudian pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Kotaagung dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan nya di Universitas Lampung, Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

Selama menjadi seorang mahasiswi di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung, penulis menerima beasiswa dari Etos.ID yang dinaungi oleh Lembaga Pengembangan Insani Dompot Dhuafa. Penulis juga turut aktif dalam kegiatan organisasi, yaitu sebagai anggota divisi pendidikan Almafika FKIP Unila serta anggota divisi kerohanian Himasakta pada tahun 2021, sebagai Staff Ahli Bidang Kominfo BEM FKIP Universitas Lampung pada tahun 2022, menjadi Wakil Ketua Umum Almafika FKIP Unila pada tahun 2023. Selain kegiatan organisasi penulis juga pernah mengikuti beberapa kompetisi dan mendapatkan penghargaan seperti Juara 1 Lomba Cipta dan Baca Puisi tingkat Fakultas 2021, Finalis Microteaching Dies Natalis FKIP Unila 2024 dan meraih *Silver Award* pada ajang *Interantional Innovation Competition In Education 2024*

MOTTO

“Maka Sesungguhnya Beserta Kesulitan ada Kemudahan, Sesungguhnya Beserta Kesulitan itu Ada Kemudahan”

~Q.S Al-Insyirah: 5-6~

“Don’t Be Afraid To Try, Just Because You Fail Once, That’s Not Mean You Are Gonna Fail at Everything”

~Marilyn Monroe~

“Learn from Yesterday, Live for Today, Hope for Tomorrow”

~Albert Einstein~

“Lakukanlah yang Terbaik, Setelahnya Biarkan Allah yang Memutuskan”

~Anita Fitria~

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbi'l'amin, puji syukur senantiasa selalu tercurahkan kepada Allah SWT atas karunia dan limpahan rahmat-Nya, yang senantiasa mengiringi dalam kehidupan dan semoga solawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Allah nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya. Persembahan ini penulis berikan sebagai perwujudan rasa tanggungjawab dalam menyelesaikan pendidikan, serta bukti kasih sayang yang tulus terhadap:

1. Kedua orang tua tercinta Ayah (Aco Mafiase) dan Ibu (Risdalina) yang merupakan *support system* utama untuk penulis, yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, doa dan dukungan tiada henti, terima kasih atas doa tulus yang selalu Ayah dan Ibu berikan untuk penulis.
2. Adik tersayang Alifa Khairunnisa yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan semangat dan selalu menghibur penulis
3. Keluarga Besar Etos Id an Etos Id Lampung yang menjadi tempat penulis untuk bertumbuh dan memberikan banyak pengalaman serta pembelajaran.
4. Keluarga besar Paman (Yuhanis Putra) dan Bibi (Almh. Rosmala Dewi) serta Kakak (Dina Rindiya) dan Abang (Deni Imada), terima kasih atas bantuan, dukungan serta kebaikan yang tulus yang diberikan kepada penulis
5. Bapak/Ibu Guru yang telah memberikan pendidikan terbaik kepada penulis
6. Semua sahabat dan teman yang telah memberikan dukungan kepada penulis dari awal hingga saat ini
7. Alamamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas *Problem Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik mengenai Energi Alternatif untuk Mendukung Peran ESD” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung. Semoga solawat beserta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Allah nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Terimakasih atas bantuan dari segala pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung sekaligus Pembahas atas dukungan, semangat serta kebaikan yang tulus diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa, serta keikhlasan beliau dalam memberikan saran dan masukan yang membangun untuk perbaikan skripsi penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasan beliau dalam memberikan saran, bimbingan dan masukan kepada peneliti saat proses penyusunan skripsi ini.

6. Ibu Anggreini, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing II atas ketulusan, kebaikan serta kesabaran beliau dalam memberikan motivasi, saran, masukan serta banyak memberikan pengalaman yang menjadi pembelajaran berharga bagi penulis selama masa akhir perkuliahan dan penyusunan skripsi ini
7. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., (Alm) selaku Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasan selama beliau hidup dalam memberikan ilmu, serta nasihat-nasihat yang baik untuk penulis, semoga ilmu yang diberikan bermanfaat dapat menjadi amal jariyah untuk beliau.
8. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing Akademik, yang telah menerima penulis dengan baik dan bersedia dengan tulus membantu memberikan saran, serta bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan proposal skripsi.
9. Bapak Hendra Putra, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala SMA Negeri 14 Bandar Lampung, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di SMA Negeri 14 Bandar Lampung
10. Bapak Priyo Satmono, S.Pd., serta Ibu Icon Herawati, S.Pd., selaku Guru Fisika SMA Negeri 14 Bandar Lampung atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama proses penelitian.
11. Peserta didik kelas X E dan X D SMA Negeri 14 Bandar Lampung, terima kasih telah menjadi peserta didik yang baik dan menyenangkan.
12. Sahabat seperjuangan yaitu Maya, Rosa, Amanda, Putri, Luluk, Wayan dan Atika terima kasih atas dukungan dan kebersamaannya.

Semoga Allah melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dikemudian hari.

Bandar Lampung, 16 April 2025
Penulis

Anita Fitria

**EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK
MENGENAI ENERGI ALTERNATIF UNTUK
MENDUKUNG PERAN ESD**

(Skripsi)

Oleh

**ANITA FITRIA
NPM 2113022018**



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

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Teori.....	7
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme.....	7
2.1.2 Model <i>Problem Based Learning</i>	9
2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis.....	17
2.1.4 <i>Education for Sustainable Development</i> (ESD).....	20
2.1.5 Materi Energi Alternatif	23
2.2 Penelitian Relevan	25
2.3 Kerangka Pemikiran	27
2.4 Anggapan Dasar	30
2.5 Hipotesis Penelitian	30
III. METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Desain Penelitian	31
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	32
3.3 Variabel Penelitian	32
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	32
3.5.1 Tahap Persiapan Penelitian.....	32
3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian	33
3.5.3 Tahap Akhir.....	34
3.6 Instrumen Penelitian.....	34
3.7 Analisis Instrumen.....	35
3.7.1 Uji Validitas	36
3.7.2 Uji Reliabilitas.....	37
3.8 Teknik Pengumpulan Data	38

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	38
3.9.1 Analisis data	38
3.9.2 Pengujian Hipotesis	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Penelitian.....	42
4.1.1 Hasil Analisis Instrumen	42
4.1.2 Pelaksanaan Penelitian	44
4.1.3 Data Kuantitatif Hasil Penelitian.....	49
4.1.4 <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik	50
4.1.5 Hasil Uji Normalitas Data	51
4.1.6 Hasil Uji Homogenitas Data.....	51
4.1.7 Hasil Uji <i>Independent Sampel T-Test</i>	52
4.1.8 Hasil Uji <i>Effect Size</i>	52
4.2 Pembahasan	53
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Simpulan	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model <i>Problem Based Learning</i>	12
2. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	18
3. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Sintaks PBL	19
4. Penelitian yang Relevan	26
5. <i>Non-equivalent Control Group Design</i>	31
6. Tahap Pelaksanaan Penelitian	33
7. Interpretasi Koefisien Korelasi	36
8. Kriteria Nilai Reliabilitas	37
9. Kriteria <i>N-Gain</i>	39
10. Tafsiran Persentase <i>N-Gain</i> Score	39
11. Interpretasi <i>Effect Size</i>	41
12. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes	43
13. Tahap Pelaksanaan Kelas Eksperimen	44
14. Tahapan Pelaksanaan Kelas Kontrol	47
15. Data Kuantitatif Keterampilan Berpikir Kritis	49
16. Data Kuantitatif Keterampilan Berpikir Kritis per Indikator	49
17. Data Rata-rata <i>N-Gain</i>	50
18. Hasil Uji Normalitas Data <i>N-Gain</i>	51
19. Hasil Uji Homogenitas	51
20. Hasil Uji <i>Independent Sampel T-Test</i>	52
21. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	29
2. Grafik <i>N-Gain</i> Ketercapaian Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	54
3. Orientasi Permasalahan pada LKPD	58
4. Tampilan Video Pembelajaran.....	58
5. Jawaban LKPD Peserta Didik.....	59
6. Proses Pembuatan Karya.....	60
7. Hasil Karya.....	60
8. Kegiatan Mempresentasikan	61
9. Mengevaluasi Proses.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kisi-kisi Instrumen Penelitian Pendahuluan	72
2. Surat Izin Penelitian Pendahuluan	75
3. Surat Balasan Penelitian Pendahuluan	76
4. Hasil Penelitian Pendahuluan.....	77
5. Modul Ajar Energi Alternatif Kelas Eksperimen.....	80
6. Modul Ajar Energi Alternatif Kelas Kontrol	92
7. LKPD Kelas Kontrol.....	97
8. LKPD Berbasis <i>Problem Based Learning</i>	98
9. Rubrik Penilaian LKPD Berbasis <i>Problem Based Learning</i>	132
10. Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik	154
11. Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	156
12. Jawaban Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	162
13. Rubrik Penilaian Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	167
14. Data Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes Berpikir Kritis	175
15. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes Berpikir Kritis	176
16. Data Nilai Pretest, Posttest, dan <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen	179
17. Data Nilai Pretest, Posttest, dan <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol.....	181
18. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Data <i>N-Gain</i>	183
19. Hasil Uji <i>Independent Sampel T- Test</i>	184
20. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	185
21. Hasil Pengerjaan <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	186
22. Hasil Pengerjaan <i>Pretest</i> Kelas Kontrol.....	187
23. Hasil Pengerjaan <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen	188
24. Hasil Pengerjaan <i>Post-test</i> Kelas Kontrol	190
25. Data Hasil Pengerjaan LKPD Berbasis PBL	192

26. Hasil Pengerjaan LKPD Peserta Didik	194
27. Surat Izin Penelitian	222
28. Surat Izin Balasan Penelitian	223

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan memegang peran kunci untuk menyiapkan generasi muda sehingga mampu menghadapi tantangan-tantangan dengan menanamkan pemahaman yang mendalam mengenai isu-isu global (Abera, 2023). Kompetensi *soft skill* dan *hard skill* yang baik diperlukan untuk mencari solusi dan menghadapi berbagai tantangan pada isu global tersebut. Peran pendidikan untuk mempersiapkan hal ini sesuai dengan tuntutan abad 21 yang menuntut sumber daya manusia di suatu negara berlandaskan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menguasai berbagai bentuk keterampilan (Sahidu dkk., 2020).

Keterampilan abad 21 menuntut guru untuk fokus terhadap pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik diantaranya dalam hal komunikasi, kolaborasi, kreativitas dan inovasi, serta berpikir kritis dan pemecahan masalah (Nirbita *et al.*, 2018). Keterampilan berpikir kritis adalah salah satu keterampilan abad 21 yang dapat memberikan pemahaman terhadap generasi muda untuk mengevaluasi sesuatu secara objektif dan membuat keputusan yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan (Facione, 2013). Keterampilan berpikir kritis mendukung peranan pendidikan sains di dalam menghadapi tantangan dan isu-isu global seperti energi dan keberlanjutan (Santos, 2017).

Keberlanjutan yang dimaksud adalah pembangunan berkelanjutan yang disebut dengan istilah *Sustainable Development Goals* (SDGs). SDGs memiliki 17 tujuan yang mencakup berbagai aspek pembangunan global. Salah satu aspek untuk mencapai tujuan SDGs tersebut adalah melalui pendekatan pendidikan. Pendekatan pendidikan yang dilakukan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan diperlukan untuk menciptakan generasi yang mampu memenuhi kebutuhannya tanpa harus mengorbankan generasi selanjutnya. Pendekatan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan tersebut dikenal dengan istilah *Education for Sustainable Development* (ESD).

Peran ESD diperlukan untuk tahun 2030 yang secara langsung berkontribusi pada SDGs 4 tentang pendidikan yang bermutu dan inklusif. Terutama pada target 4.7 yang memastikan peserta didik mendapatkan pengetahuan dan keterampilan untuk mendukung peningkatan pembangunan berkelanjutan, serta menyediakan pendidikan yang relevan dan menempatkan tanggung jawab untuk masa depan sebagai pusatnya. Oleh sebab itu adanya peran pendidikan sangat penting untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik mengenai materi yang mengarah kepada pencapaian SDGs untuk menghadapi tantangan global, seperti krisis energi dan isu keberlanjutan.

Materi energi alternatif sangat sesuai karena relevansinya terhadap isu keberlanjutan serta upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan terus menipis. Pemanfaatan energi seperti energi surya, angin, dan biomassa, memberikan solusi yang berkelanjutan untuk meminimalisir ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan (Utami dan Syam, 2022). Pentingnya penyampaian materi tersebut, diharapkan guru mampu mengantarkan peserta didik untuk kritis memahami konsep fisika dan keterkaitannya untuk pemecahan masalah yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari,

serta menuntut adanya pendekatan yang lebih inovatif dan interaktif dalam proses pembelajaran (Sari dkk., 2023).

Namun pada kenyataannya keterampilan berpikir kritis peserta didik masih rendah, hal tersebut dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti dan Siswanto (2020) dengan hasil berpikir kritis peserta didik tergolong rendah yaitu sebesar 46,97% serta pada penelitian Ekamilasari dan Pursitasari (2021) yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik berada pada kategori rendah dengan rata-rata skor 28,68%. Keterampilan berpikir kritis peserta didik yang lemah tersebut berpengaruh terhadap kesadaran peserta didik mengenai isu keberlanjutan yang masih tergolong sedang dengan total mean 3,65 sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa peserta didik masih kurang kritis untuk menganalisis permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan keberlanjutan.

Hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan peneliti melalui wawancara kepada salah satu guru fisika di SMAN 14 Bandar Lampung menunjukkan bahwa, pembelajaran fisika khususnya materi energi alternatif sudah menjelaskan konsep materi secara umum, namun masih kurang mengaitkan peran pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD). Penggunaan *powerpoint* sebagai media pembelajaran dan pelaksanaan dengan model kooperatif yang didukung dengan buku penunjang dari perpustakaan sebagai bahan ajar, menyebabkan rendahnya pemahaman dan keterampilan berpikir kritis peserta didik mengenai materi energi alternatif untuk mendukung peran ESD.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menggunakan model pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model *problem based learning* sangat baik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, karena prinsip dasar model *problem based learning* adalah dengan

menggunakan masalah aktual untuk memperdalam pemahaman siswa (Arif dkk., 2020). Hutagalung dkk. (2023) dalam penelitiannya mengatakan bahwa pada *problem based learning* keterampilan berpikir kritis peserta didik betul-betul teroptimalisasi melalui kerja tim, sehingga peserta didik mampu mengoptimalkan keterampilan berpikirnya dengan baik. Pelaksanaan pembelajaran berbasis masalah pada penerapannya juga harus didukung dengan bahan ajar yang relevan dan pelaksanaan yang optimal (Purba *et al.*, 2023).

Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa model *problem based learning* sudah banyak diterapkan untuk melihat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik, namun masih sedikit yang secara khusus membelajarkan materi energi alternatif untuk mendukung peran ESD. Materi yang diberikan masih secara umum dan kurang spesifik membahas permasalahan krisis energi, tantangan global dan isu keberlanjutan, sebuah topik yang tidak hanya ilmiah tetapi juga memerlukan keterampilan berpikir kritis untuk memahaminya.

Penelitian ini didukung dengan menggunakan bahan ajar berupa LKPD berbasis *problem based learning* oleh Hidayah (2024) serta media pembelajaran berupa video *micro* oleh Shofi (2024), sehingga penelitian ini juga merupakan penelitian lanjutan untuk menguji efektivitas suatu model pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar dan media ajar relevan yang sudah dikembangkan sebelumnya, penelitian ini juga menjadi relevan dan baru karena mengaitkan pendidikan formal dengan tuntutan global untuk mendukung peran pendidikan terhadap pembangunan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas *problem based learning*

terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik mengenai energi alternatif sebagai pendukung ESD?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas *problem based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik mengenai energi alternatif sebagai pendukung ESD.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran serta mendorong perkembangan inovasi dalam bidang pendidikan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti Lain

Manfaat penelitian bagi peneliti lain adalah untuk memberikan informasi terkait efektivitas *problem based learning* terhadap Keterampilan berpikir kritis peserta didik mengenai energi alternatif sebagai pendukung ESD.

b. Bagi Guru

Manfaat penelitian bagi guru adalah dapat digunakan oleh guru sebagai masukan dalam kegiatan pembelajaran di kelas menggunakan model *problem based learning* terhadap Keterampilan berpikir kritis peserta didik mengenai energi alternatif sebagai pendukung ESD.

c. Bagi Peserta Didik

Manfaat penelitian bagi peserta didik adalah untuk melatih Keterampilan berpikir kritis melalui pembelajaran dengan

menggunakan model *problem based learning* pada materi energi alternatif sebagai bagian dari pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi:

1. Sekolah yang menjadi objek penelitian ini adalah SMAN 14 Bandar Lampung yang telah menerapkan kurikulum merdeka.
2. Model pembelajaran yang diterapkan pada penelitian ini adalah model *problem based learning* menurut Arends (2012) dengan sintaks mengorientasi, mengorganisasi, menyelidiki, menyajikan karya, menganalisis dan mengevaluasi.
3. Indikator keterampilan berpikir kritis yang diterapkan pada penelitian ini yaitu *interpretation, analysis, evaluation, inference, explanationn dan self-regulation* menurut Facione (2013).
4. Bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini berupa LKPD berbasis *problem based learning* pada materi energi alternatif oleh Hidayah (2024).
5. Media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu video *micro learning* oleh Shofi (2024).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori konstruktivisme ialah teori yang sering digunakan dalam dunia pendidikan. Kata konstruktivisme sendiri berasal dari kata “konstruktif” yang berarti membina, membangun, memperbaiki dan “isme” berarti aliran atau paham, sehingga dapat disimpulkan terkait pengertian konstruktivisme sendiri adalah paham filsafat pemahaman yang mengutamakan bahwa apa yang kita ketahui adalah hasil konstruksi kita sendiri (Masgumelar dan Mustafa, 2021). Proses belajar bukanlah hanya sekedar menghafal saja tetapi juga proses dalam mengkonstruksikan setiap hal yang dilakukan oleh suatu individu (Abdjul, 2019). Pemahaman terkait teori ini adalah proses belajar yang dibentuk oleh pemahaman pengetahuan peserta didik secara mandiri.

Menurut Suparlan (2019), teori belajar konstruktivisme adalah teori belajar yang sifatnya membangun keterampilan dan pemahaman dalam proses pembelajaran. Peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri berdasarkan pengalaman dan interaksi dengan lingkungan. Teori ini menekankan bahwa pengetahuan bukanlah sesuatu yang diterima secara pasif oleh peserta didik, tetapi dikonstruksi melalui kegiatan mental yang melibatkan pengalaman nyata.

Salah satu kelebihan utama teori konstruktivisme adalah kemampuannya untuk membuat pembelajaran lebih bermakna dan relevan bagi peserta didik. Selain itu, konstruktivisme mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Teori pembelajaran konstruktivisme sering diterapkan pada model pembelajaran berbasis masalah, contohnya pada pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) dan pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*) (Wardana dan Djamaluddin, 2021).

Teori ini didalam implementasinya, dikaitkan erat dengan metode pengajaran yang memiliki fokus pada peserta didik (Dewi dan Fauziati, 2021). Teori konstruktivisme merupakan suatu bagian-bagian penjelasan yang menjelaskan bagaimana peserta didik yang merupakan suatu individu bisa beradaptasi dan melakukan perbaikan terhadap pengetahuan (Mokalu dkk., 2022).

Ketika proses pembelajaran, peserta didik akan merasakan adanya penekanan karena dituntut untuk aktif dan menambah pengetahuan yang dimiliki, hal itu disebabkan supaya mereka memiliki tanggung jawab terhadap apa yang sudah mereka peroleh dalam proses pembelajaran. Kreativitas dan keterampilan sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran, karena hal tersebut mendukung peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam diskusi antar sesama sehingga mampu mengembangkan sendiri pengetahuannya dan menemukan solusi dari permasalahan yang diberikan (Arafah dkk., 2023).

Beberapa hal yang menjadi perhatian utama dalam pembelajaran teori konstruktivisme ini adalah : (1) Proses pembelajaran dilakukan secara nyata dengan konteks yang relevan; (2) Mengutamakan kepada proses; (3) Informasi yang diberikan di awal pembelajaran dikaitkan dengan kehidupan dalam lingkup sosial; (4) pembelajaran yang dilakukan ditujukan untuk membangun pengalaman (Suhendi dkk. 2018).

Kegiatan pembelajaran yang dilakukan menggunakan teori belajar konstruktivisme ini menurut Arafah dkk., (2023) memiliki ciri-ciri sebagai berikut, yaitu:

- a. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bisa mengembangkan pengetahuannya dengan berinteraksi langsung terhadap dunia nyata;
- b. Merancang pembelajaran yang bersumber dari ide oleh peserta didik;
- c. Membantu peserta didik untuk mendapatkan ide saat proses pembelajaran;
- d. Memberi ruang kepada peserta didik untuk aktif dalam berdiskusi;
- e. Menekankan bahwa proses belajar sama pentingnya dengan hasil belajar;
- f. Membuat peserta didik aktif untuk melakukan eksperimen

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat diketahui bahwa konstruktivisme adalah suatu teori belajar yang menekankan kepada proses pembelajaran secara aktif oleh peserta didik untuk berdiskusi dan menemukan solusi dari permasalahan. Teori ini sesuai dengan model *problem based learning* karena peserta didik secara aktif terlibat langsung untuk mencari solusi dan mengembangkan pemahaman mereka selama proses pembelajaran. Penerapan teori konstruktivisme pada model *problem based learning* mendukung peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta pemecahan masalah yang dapat diterapkan pada kehidupan sehari-hari.

2.1.2 Model *Problem Based Learning*

Problem based learning menekankan beberapa prinsip yang sesuai dengan teori pembelajaran konstruktivisme. *Problem based learning* menempatkan peserta didik sebagai pusat proses pendidikan, sehingga mereka terlibat dalam pembelajaran mandiri dan secara aktif membangun pemahaman mereka tentang materi yang dipelajari (Boye dan Agyei, 2023).

Hotimah (2020) mengatakan bahwa mereka berkolaborasi dalam kelompok kecil untuk mengeksplorasi masalah autentik, sehingga meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Model *problem based learning* memiliki fokus untuk melihat sejauh mana peserta didik dapat bekerja sama dengan baik dalam kelompok kecil. Proses tersebut tidak hanya membangkitkan rasa ingin tahu, tetapi juga memperdalam pemahaman mereka tentang materi pembelajaran dan memudahkan peserta didik untuk menguasai konsep-konsep yang dipelajari dalam rangka memecahkan masalah di dunia nyata (Arum dan Hikmat, 2024).

Model *problem based learning* mengutamakan masalah sebagai fokus utamanya dalam mengembangkan pemahaman dan pengetahuan yang secara aktif melibatkan peserta didik untuk mencari solusi dari sebuah permasalahan (Saputra, 2022). Masalah yang diberikan diharapkan mampu untuk memunculkan rasa keingintahuan peserta didik pada saat pembelajaran. Pembelajaran dengan model *problem based learning* menekankan peserta didik untuk bisa mengidentifikasi keterampilan dan pengetahuan yang mereka miliki untuk mencapai tujuan dari pembelajaran (Manuaba dkk., 2022).

Model pembelajaran *problem based learning* ini berfokus kepada pembelajaran yang dilakukan peserta didik bukan dilakukan oleh guru. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Yuliandriati dkk. (2019) bahwa model ini memiliki karakteristik sebagai berikut.

- a. Pemberian awal pembelajaran dengan memberikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan dunia nyata
- b. Mendorong peserta didik untuk berpikir kritis selama proses pembelajaran
- c. Pembelajaran yang dilakukan berpusat pada peserta didik
- d. Peserta didik diberikan kesempatan untuk saling bekerja sama

dalam menyelesaikan suatu permasalahan

Kelebihan dan kelemahan model *problem based learning* menurut Rodiyah (2022) adalah sebagai berikut:

a. Kelebihan

Model *problem based learning* memiliki kelebihan yaitu

1. Meningkatkan Keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik.
2. Menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih bermakna.
3. Menciptakan peserta didik yang mandiri dan tidak tergantung terhadap guru, karena guru hanya sebagai fasilitator dan peserta didik dituntut untuk aktif dalam pembelajaran.
4. Mendorong peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap hasil belajar sehingga mereka mampu untuk menilai kelebihan dan kekurangan diri.
5. Menjadikan peserta didik lebih bertanggung jawab dalam proses pembelajaran.

b. Kelemahan

1. *Problem based learning* membutuhkan waktu yang lebih panjang dalam proses pembelajarannya.
2. Guru memerlukan waktu ekstra untuk mempersiapkan permasalahan yang harus diselesaikan oleh peserta didik
3. Peserta didik memiliki motivasi yang rendah untuk bisa menyelesaikan permasalahan sendiri.

Menurut Arends (2012) pelaksanaan pembelajaran dengan model *problem based learning* perlu mengikuti beberapa tahapan kegiatan atau sintaks. Adapun sintaks dari model *problem based learning* menurut Arends (2012) terbagi menjadi 5 tahapan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Model *Problem Based Learning*

Fase (1)	Tahapan (2)	Perilaku Peserta Didik (3)
1	Mengorientasi (memberikan informasi awal kepada peserta didik mengenai suatu permasalahan)	Peserta didik menggunakan pengetahuan awal mereka untuk menemukan solusi berdasarkan fenomena yang diberikan oleh guru terkait materi pembelajaran
2	Mengorganisasi (mengarahkan) peserta didik untuk belajar	Peserta didik mencari informasi berdasarkan sumber yang relevan lalu berdiskusi bersama kelompoknya untuk menjawab permasalahan yang diberikan.
3.	Membimbing pelaksanaan penyelidikan baik secara individu atau berkelompok	Peserta didik melakukan penyelidikan terkait masalah yang diberikan dalam pembelajaran secara individu ataupun berkelompok, kemudian mengumpulkan data dari kegiatan percobaan yang telah dilakukan
4.	Membimbing pengembangan dan presentasi hasil karya peserta didik	Peserta didik mendesain suatu karya sebagai solusi dari permasalahan yang diberikan lalu mempresentasikan hasil karya nya kepada kelompok lain
5.	Melakukan analisis dan evaluasi proses penyelesaian masalah	Peserta didik merefleksikan dan mengevaluasi proses pembelajaran yang mereka gunakan untuk mendapatkan solusi terkait permasalahan yang diberikan

Sumber: (Arends, 2012)

Model *problem based learning* berusaha dirancang untuk memanfaatkan permasalahan yang relevan dari lingkungan sekitar, *problem based learning* mendorong peserta didik untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam, mengasah keterampilan pemecahan masalah yang efektif, serta mengembangkan kemampuan belajar secara mandiri maupun kelompok.

Berdasarkan pemaparan di atas, pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model *problem based learning* ini diawali dengan tahapan mengorientasikan permasalahan kepada peserta didik untuk mengeksplor kemampuan awal peserta didik dengan menyajikan

permasalahan yang relevan terhadap kehidupan sehari-hari. Tahapan selanjutnya yaitu mengorganisasikan peserta didik untuk belajar dengan membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kecil. Peserta didik kemudian melaksanakan penyelidikan secara individu maupun kelompok untuk mengumpulkan berbagai informasi dalam kegiatan menyelidiki permasalahan yang terdapat pada LKPD.

Tahapan selanjutnya peserta didik mengembangkan hasil karya sebagai solusi dari permasalahan yang diberikan lalu mempresentasikannya kepada kelompok lain. Tahap terakhir yaitu peserta didik bersama dengan guru menganalisis dan mengevaluasi proses pembelajaran hingga melakukan refleksi terhadap proses penyelesaian masalah yang telah diberikan.

2.1.2.1 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu sumber belajar untuk membantu peserta didik memahami materi pembelajaran secara mandiri maupun berkelompok (Sujarwo, 2021). Pelaksanaan proses pembelajaran berbasis masalah memungkinkan guru untuk dapat menggunakan LKPD sebagai alat bantu pelaksanaan pembelajaran (Purba *et al.*, 2023). Fungsi utama dari LKPD adalah memandu peserta didik untuk dapat aktif pada proses pembelajaran.

LKPD mampu membentuk interaksi efektif antara guru dan peserta didik, sehingga meningkatkan aktivitas dan prestasi peserta didik (Inayati, 2020). Menurut Sinurat (2022) penggunaan LKPD dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik karena memungkinkan mereka untuk belajar secara lebih terstruktur dan terarah. Keberhasilan penerapan LKPD sangat bergantung pada desain yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan integrasi dengan model pembelajaran yang mendukung, seperti *problem based learning* atau pembelajaran

berbasis proyek (Sujarwo, 2021). Dalam hal ini, LKPD tidak hanya menjadi sarana latihan, tetapi juga sebagai alat untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik juga berpikir kritis nya (Khairiyah dkk., 2024).

Menurut (Yildirim *et al.*, 2011) bahwa penggunaan LKPD lebih efektif dibandingkan dengan model konvensional, karena LKPD mampu mendorong peserta didik untuk aktif dalam kegiatan pembelajaran. LKPD memiliki beberapa fungsi dalam proses pembelajaran dikelas, beberapa fungsi LKPD diantaranya yaitu:

1. LKPD mampu meminimalisir peran guru sebagai pendidik, dan siswa dituntut untuk aktif dalam pembelajaran sehingga peran guru lebih cenderung berperan sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran.
2. LKPD membantu peserta didik untuk lebih mengerti dalam mempelajari materi yang disediakan.
3. LKPD mampu meringankan proses pembelajaran peserta didik disekolah.

Tujuan dibuatnya LKPD adalah membantu dan mempermudah guru sebagai fasilitator untuk menyampaikan konten materi dengan lebih terarah serta mendorong peserta didik menjadi lebih aktif dan mandiri dalam mengikuti pembelajaran dan menyelesaikan tugas yang diberikan oleh guru.

Pembuatan LKPD harus sesuai dengan panduan dan standar isi, hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, beberapa karakteristik LKPD oleh Muchlis (2010) adalah:

1. LKPD dirancang mengikuti kurikulum yang sedang digunakan
2. LKPD diorientasikan pada tujuan tertentu
3. LKPD difokuskan pada aktivitas belajar peserta didik

4. LKPD memiliki isi materi dimana penyampaiannya mengikuti perkembangan pola pikir peserta didik
5. LKPD menstimulus sisi kreatif peserta didik terhadap proses pembelajaran

LKPD yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil pengembangan LKPD yang dikembangkan oleh Hidayah (2024). LKPD yang dikembangkan berupa bahan ajar cetak yang terdiri dari lembaran-lembaran, yang didalamnya terdapat panduan untuk mengerjakan aktivitas pembelajaran berdasarkan sintaks *problem based learning*. Adapun komponen pada LKPD yang digunakan terdiri dari *cover*, prakata, petunjuk penggunaan LKPD, daftar isi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator *sustainability literacy*, aktivitas pembelajaran, dan daftar pustaka.

LKPD cetak yang dikembangkan memiliki beberapa karakteristik, yaitu: (1) disajikan dalam bentuk lembaran yang dijilid; (2) dilengkapi dengan gambar dan grafik pada fase 1 orientasi peserta didik terhadap suatu masalah untuk menarik minat peserta didik; (3) menggunakan huruf yang mudah dibaca serta penataan teks yang rapi untuk memudahkan pemahaman peserta didik; (4) menyediakan instruksi yang jelas tentang aktivitas dalam LKPD; dan (5) menggunakan bahasa yang sederhana dan jelas sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik.

2.1.2.2 Video Pembelajaran

Video merupakan media elektronik berupa audio visual yang mampu menggabungkan kedua teknologi tersebut secara bersamaan sehingga menghasilkan suatu tayangan yang menarik dan dinamis (Nurwahidah dkk., 2021). Video memiliki potensi untuk lebih disukai peserta didik, hal tersebut dikarenakan peserta didik dapat membayangkan dan menyaksikan fenomena dan kejadian yang disajikan pada saat

penayangan video. Media video pembelajaran adalah alat bantu pemahaman suatu materi pembelajaran, secara konsep, prinsip dan prosedur untuk mempermudah peserta didik memahami materi secara lebih efektif (Marliani, 2021).

Video pembelajaran pada abad 21 ini menekankan kepada keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (4C) (Ridwan dkk., 2020). Video merupakan media pembelajaran *audio visual* yang dapat digunakan untuk membantu menyampaikan isi materi pembelajaran. Penggunaan video pembelajaran membantu peserta didik untuk dapat memahami konsep yang sulit dijelaskan hanya dengan teks atau penjelasan lisan, materi yang disajikan mencakup proses, kejadian, atau konsep dengan menggunakan gambar, teks, suara, gerak, sehingga lebih mudah dipahami (Agustina dkk., 2022).

Video pembelajaran disajikan melalui presentasi audio visual sehingga mampu memberikan tuntunan kepada peserta didik secara praktis dan tepat sasaran. Penyajian video pembelajaran mudah dipahami karena dilengkapi dengan audio penuntun berbahasa Indonesia yang jelas. Video pembelajaran juga dibuat untuk menunjang pendalaman materi dan membuat peserta didik mandiri dalam pembelajaran. Video pembelajaran juga dibuat menyenangkan, menarik perhatian dan tidak membosankan untuk peserta didik.

Video pembelajaran pada model *problem based learning* diharapkan mampu menyajikan simulasi kasus nyata relevan dengan materi pembelajaran khususnya materi energi alternatif, sehingga hal tersebut mendorong peserta didik untuk mengidentifikasi masalah, mengevaluasi informasi dan membuat penilaian kritis tentang apa yang terjadi. Video pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah video pembelajaran oleh Shofi (2024) dan relevan dengan materi energi alternatif serta peranannya terhadap ESD.

Video yang dibuat merupakan video *microlearning* yang terdiri dari beberapa bagian seperti energi konvensional, energi alternatif dan ajakan peserta didik untuk menghemat energi. Dengan cara ini, diharapkan peserta didik mengetahui lebih baik serta dapat terlatih untuk menganalisis dan mengevaluasi situasi pemanfaatan energi alternatif saat ini secara logis dan kritis.

2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan utama yang harus dimiliki oleh peserta didik. Berpikir kritis membantu peserta didik untuk mengingat informasi, menerapkan, menganalisis serta mengevaluasi informasi yang diberikan kedalam konteks permasalahan yang berbeda (Rini *et al.*, 2020). Peserta didik dituntut untuk dapat mencari, memahami dan mengevaluasi pernyataan yang relevan secara logis serta rasional ketika proses pemecahan masalah ataupun pengambilan keputusan. Peserta didik harus memiliki pola pikir yang mampu terlibat dalam kegiatan berpikir selama proses pembelajaran (Shaw *et al.*, 2020).

Berpikir kritis diperlukan untuk memeriksa kebenaran suatu informasi sehingga dapat diputuskan apakah informasi tersebut layak ditolak atau diterima (Sobari dkk., 2022). Oleh karena itu, keterampilan berpikir kritis penting dikembangkan dalam pembelajaran untuk memeriksa kebenaran suatu informasi yang mendukung keputusan yang diambil (Karira dkk., 2023). Untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik dibutuhkan suatu instrumen atau alat yang mampu membantu untuk melakukan penilaian keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan berdasarkan indikator-indikator keterampilan berpikir kritis (Swihadayani, 2023). Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

No (1)	Cognitive Skills (2)	Sub-Skills (3)
1	<i>Interpretation</i>	a. Mengelompokkan informasi berdasarkan kategori tertentu b. Memahami dan menafsirkan makna suatu informasi c. Memperjelas makna dari suatu informasi
2.	<i>Analysis</i>	a. Memeriksa ide atau gagasan dari suatu informasi lebih mendalam b. Mengidentifikasi pendapat dari suatu informasi c. Menganalisis pendapat dari suatu informasi
3.	<i>Evaluation</i>	a. Mengevaluasi kebenaran, validitas dan relevansi dari suatu informasi b. Mengevaluasi alasan dan bukti dari suatu argumen atau pendapat
4.	<i>Inference</i>	a. Mengajukan pertanyaan terkait bukti yang diberikan b. Mengajukan alternatif lain dari suatu bukti atau solusi yang diberikan c. Menyimpulkan sesuatu berdasarkan bukti
5.	<i>Explanation</i>	a. Mengungkapkan hasil yang diperoleh dari suatu proses tertentu b. Memberikan pembenaran terhadap suatu prosedur berdasarkan teori yang benar c. Mempresentasikan pendapat terkait solusi dari suatu permasalahan
6.	<i>Self Regulation</i>	a. Merefleksikan dan mengevaluasi proses berpikir sendiri b. Mengenali dan memperbaiki kesalahan dalam berpikir

(Facione, 2013)

Menurut Swihadayani (2023) keterampilan berpikir kritis juga berperan dalam hal peningkatan peran pendidikan terhadap pembangunan berkelanjutan atau *Education for Sustainable Development* (ESD). Isu-isu keberlanjutan global penting untuk diketahui peserta didik untuk menanamkan dan meningkatkan kepedulian peserta didik terhadap keberlangsungan sumber daya alam dan energi, demi terciptanya kelestarian kehidupan yang berkelanjutan.

Peserta didik dikatakan telah melakukan proses berpikir kritis terhadap suatu permasalahan apabila mereka mampu fokus terhadap permasalahan yang dihadapi, menganalisis dampak dan penyebabnya,

serta membuat keputusan yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut secara efektif (Aprina *et al.*, 2024). Keterampilan berpikir kritis pada materi energi alternatif mendorong peserta didik untuk menemukan solusi baru dan inovatif sehingga mampu menjaga keseimbangan lingkungan. Salah satu upaya untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik adalah dengan menerapkan pembelajaran berbasis masalah yang relevan dengan dunia nyata serta berpusat pada aktivitas peserta didik dalam mengeksplorasi dan memecahkan masalah.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis pada penelitian ini didukung oleh pelaksanaan pembelajaran dan LKPD model *problem based learning* yang berfokus terhadap penyajian masalah berkaitan dengan isu-isu global, krisis energi dan peran energi alternatif untuk mendukung upaya keberlanjutan atau *sustainability*. Ismail *et al.*, (2018) pada penelitiannya menjabarkan hubungan keterampilan berpikir kritis dan tahapan problem based learning seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Sintaks PBL

Indikator Berpikir Kritis (1)	Tahapan (2)	Perilaku Peserta Didik (3)
<i>Interpretation</i>	Tahap 1: Mengorientasi (memberikan informasi awal kepada peserta didik mengenai suatu permasalahan)	Peserta didik menggunakan pengetahuan awalnya untuk memecahkan masalah melalui fenomena yang diberikan oleh guru terkait materi pembelajaran
	Tahap 2: Mengorganisasi (mengarahkan) peserta didik untuk belajar	Peserta didik mencari informasi berdasarkan sumber yang relevan dan melakukan diskusi kelompok untuk mampu memecahkan masalah yang diberikan
<i>Analysis Evaluation Inference</i>	Tahap 3: Membimbing pelaksanaan penyelidikan baik secara individu atau berkelompok	Peserta didik melakukan penyelidikan terkait masalah yang diberikan dalam pembelajaran secara individu ataupun berkelompok, kemudian mengumpulkan data dari kegiatan percobaan yang telah dilakukan

Tabel 3 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)
<i>Explanation</i>	Tahap 4: Membimbing pengembangan dan presentasi hasil karya peserta didik	Peserta didik mendesain suatu karya sebagai solusi dari permasalahan yang diberikan lalu mempresentasikan hasil karya nya kepada kelompok lain
<i>Self Regulation</i>	Tahap 5: Melakukan analisis dan evaluasi proses penyelesaian masalah	Peserta didik melakukan refleksi terhadap penyelidikan serta proses-proses yang mereka gunakan, kemudian membuat kesimpulan mengenai proses pembelajaran yang telah dilakukan dari tahap menemukan masalah hingga menyelesaikan masalah.

(Arends, 2012), (Ismail *et al.*, 2018)

2.1.4 Education for Sustainable Development (ESD)

Education for Sustainable Development (ESD) merupakan konsep yang membawa visi baru dalam pendidikan, yaitu memberdayakan masyarakat semua usia untuk bertanggung jawab dalam menciptakan masa depan yang berkelanjutan (Tristananda, 2018). ESD berasal dari isu-isu krisis lingkungan dan isu kemanusiaan pada masa kini dan masa mendatang, ESD di Indonesia lebih sering dikenal sebagai pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (Vilmala *et al.*, 2022).

Definisi istilah keberlanjutan merupakan pembagian sumber daya yang adil dan efisien dari generasi ke generasi selanjutnya (Prabu dan Kartono, 2022). Pendidikan merupakan salah satu cara dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan. Pendidikan dianggap sebagai cara yang efektif untuk memecahkan masalah keberlanjutan (Purnamasari dan Hanifah, 2021). Potensi pendidikan untuk mengubah dunia tidak dapat diwujudkan kecuali jika sistem pendidikan merangkul pembangunan berkelanjutan.

Penerapan ESD bertujuan mempersiapkan generasi muda memahami dan memiliki keterampilan untuk menciptakan masa depan yang berkelanjutan. Pentingnya penerapan ESD terhadap kurikulum merdeka terhadap isu-isu global seperti isu lingkungan, sosial, dan ekonomi yang semakin mendesak, mampu menciptakan tanggung jawab, kesadaran serta wujud tindakan untuk menghadapi perubahan iklim, sumber daya hayati, serta kesenjangan sosial. Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD) lahir dari kebutuhan pendidikan untuk mengatasi tantangan keberlanjutan yang terus berkembang. ESD menggunakan pedagogi yang berorientasi pada tindakan dan inovatif untuk memungkinkan peserta didik mengembangkan pengetahuan serta mengambil tindakan yang lebih berkelanjutan.

ESD dibangun berdasarkan program aksi global (GAP) yang bertujuan untuk mengubah orientasi dan memperkuat pendidikan serta pembelajaran agar dapat berkontribusi pada semua kegiatan yang mendukung pembangunan berkelanjutan. Program ini lebih menekankan kontribusi utama pendidikan terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Peran ESD diperlukan untuk tahun 2030 secara langsung berkontribusi pada SDGs 4 tentang pendidikan yang bermutu dan inklusif, khususnya target 4.7 yang menjamin semua peserta didik memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk meningkatkan pembangunan berkelanjutan.

Prinsip ESD yaitu memberdayakan peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai sikap untuk mengambil keputusan yang tepat serta bertanggung jawab. ESD merupakan proses pembelajaran seumur hidup dan bagian dari pendidikan berkualitas yang meningkatkan dimensi kognitif, sosial, emosional, dan perilaku pembelajaran.

ESD bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran dan tindakan yang terbagi menjadi tiga dimensi sebagai berikut:

1. Dimensi pembelajaran kognitif, yaitu mampu memahami tantangan keberlanjutan dan keterkaitannya yang kompleks, mengeksplorasi ide-ide baru dan solusi alternatif.
2. Dimensi pembelajaran sosial dan emosional, yaitu membangun nilai-nilai inti dan sikap untuk keberlanjutan, menumbuhkan empati dan kasih sayang oranglain dan planet ini serta memotivasi untuk memimpin perubahan.
3. Dimensi pembelajaran perilaku yaitu mengambil tindakan praktis untuk transformasi berkelanjutan dalam bidang pribadi, sosial dan politik.

Pendekatan pendidikan berkelanjutan dibutuhkan untuk mendidik generasi saat ini supaya mampu memenuhi kebutuhan dirinya tanpa harus mengorbankan kebutuhan yang tersedia untuk generasi mendatang (Primasti, 2021). Konteks ESD ini diharapkan dapat membuat peserta didik memikirkan secara kritis untuk mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan keberlanjutan dan memperhatikan dampak yang ditimbulkan di berbagai aspek kehidupan. Upaya yang dapat dilakukan untuk hal tersebut adalah dengan memberikan pembelajaran disekolah berdasarkan materi yang relevan untuk memperkenalkan konteks ESD yang merupakan konteks mengenai isu keberlanjutan sebagai salah satu inovasi pendidikan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (Agusti dkk., 2019).

Peran pendidikan terhadap implementasi ESD memerlukan adanya integrasi materi keberlanjutan ke dalam kurikulum pendidikan formal, yang dapat meliputi pembelajaran mengenai energi terbarukan serta konservasi lingkungan, sehingga kurikulum yang dibuat haruslah mampu untuk merancang pengembangan keterampilan berpikir kritis,

pemecahan masalah dan pengambilan keputusan oleh peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

2.1.5 Materi Energi Alternatif

Energi alternatif adalah sumber energi yang digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Sumber energi alternatif berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, seperti matahari, angin, air, panas bumi, dan biomassa (Gustavsson *et al.*, 2021). Energi alternatif lebih ramah lingkungan karena menghasilkan sedikit atau bahkan tidak ada emisi gas rumah kaca, yang merupakan penyebab utama perubahan iklim. Energi alternatif yang umum ditemui diantaranya energi surya yang menggunakan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik melalui panel surya, energi angin untuk menghasilkan listrik dari pergerakan turbin yang digerakkan oleh angin, energi hidro dengan memanfaatkan aliran air untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. (Setyono dkk., 2019)

Biomassa yang digunakan untuk menghasilkan energi dari bahan organik seperti kayu, limbah pertanian, dan sampah, dan energi panas bumi dengan memanfaatkan panas alami dari dalam bumi untuk menghasilkan listrik atau panas. Berdasarkan kelestariannya, menurut Arifin dkk. (2022) sumber energi ini digolongkan menjadi dua jenis, diantaranya adalah:

1. Energi tak terbarukan (*non-renewable energy*)

Sumber energi tak terbarukan adalah sumber energi yang memiliki keterbatasan dan mengalami proses perubahan secara alami yang berlangsung sangat lambat, sehingga pada akhirnya akan habis jika digunakan terus menerus dengan kurun waktu yang lama dan jumlah yang semakin banyak. Sumber energi tak terbarukan ini juga berbahaya bagi lingkungan. Sumber energi yang merugikan

lingkungan dan dalam proses produksinya menghasilkan emisi berupa karbon, yang merupakan salah satu kontributor gas rumah kaca.

2. Energi terbarukan (*renewable energy*)

Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi yang selalu tersedia dan tidak merugikan lingkungan. Energi ini dapat diperbarui secara alami dalam jangka waktu yang sesuai dengan penggunaannya, sehingga tidak akan habis apabila digunakan secara terus menerus. Sumber energi terbarukan ini dapat berasal air *geothermal*, matahari, angin, air dan bentuk lainnya dari biomassa.

Kebutuhan akan energi alternatif pada beberapa dekade terakhir semakin meningkat yang disebabkan oleh penggunaan energi utama berupa bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus menerus memberikan dampak negatif terhadap lingkungan berupa emisi yang bisa menyebabkan kerusakan lingkungan. Menurut laporan global Indonesia saat ini berkontribusi menyumbangkan gas emisi karbon dari sektor energi sekitar 30%. Penggunaan sumber energi yang tidak ramah lingkungan ini harus segera dikurangi dan digantikan oleh sumber energi yang lebih ramah lingkungan dan bersifat terbarukan (Silitonga dan Ibrahim, 2020).

Energi alternatif merupakan materi pembelajaran yang memberikan pengetahuan peserta didik kepada arah keberlanjutan energi karena sumber daya alam yang digunakan bersifat terbarukan dan memberikan dampak yang rendah terhadap lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil. Keberlanjutan energi adalah bagian atau komponen dari keberlanjutan secara keseluruhan. Sebagian besar negara, kawasan, dan kota berupaya untuk mencapai keberlanjutan dan dengan demikian mengevaluasi kembali penggunaan energi mereka yang saat ini paling jauh dari keberlanjutan.

Secara sederhana, keberlanjutan dapat dilihat memiliki dimensi lingkungan, ekonomi, dan sosial. Energi berinteraksi dengan setiap dimensi, menjadikan keberlanjutan energi sebagai komponen keberlanjutan yang sangat penting. Misalnya, limbah energi dibuang ke lingkungan alam, sementara sumber daya energi diekstraksi atau dipanen dari lingkungan. Karena energi dibutuhkan untuk sebagian besar aktivitas, pencapaian keberlanjutan energi penting untuk mencapai keberlanjutan.

Keberlanjutan energi merupakan aspek keberlanjutan yang signifikan dan menjadi fokus, yang merupakan pertimbangan penting bagi pengembangan dan aktivitas manusia (Yasmin dkk., 2024).

Keberlanjutan energi penting karena sifat penggunaan energi yang luas dan terus berkembang, berbagai dampak lingkungan yang terkait dengan sistem energi, dan signifikansi energi dalam standar hidup dan pembangunan ekonomi. Energi terbarukan mendukung peran pendidikan terhadap pembangunan berkelanjutan. Materi energi alternatif memiliki peran penting untuk menghadapi isu dan tantangan global serta dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, memastikan ketersediaan energi untuk masa depan, dan menciptakan akses energi yang lebih adil bagi masyarakat (Siagian dkk., 2023).

2.2 Penelitian Relevan

Penelitian ini dilakukan dengan berdasarkan referensi penelitian terdahulu yang pernah dilakukan. Penelitian relevan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian yang Relevan

No (1)	Nama Peneliti/Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	(Yuliarti dkk.,2023)	<i>Profile of High School Students Critical Thinking Skills about Renewable Energy Materials</i>	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah mampu meningkatkan Keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi sumber energi. Peserta didik menunjukkan peningkatan dalam memberikan penjelasan sederhana, membangun Keterampilan dasar, menarik kesimpulan, memberikan penjelasan lebih lanjut, dan mengorganisir strategi serta taktik.
2.	(Ekamilasari dan Pursitasari, 2021)	<i>Students' Critical Thinking Skills and Sustainability Awareness in Science Learning for Implementation ESD</i>	Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa Keterampilan berpikir kritis peserta didik berada pada kategori rendah, dengan rata-rata skor 28,68%. Selain itu, kesadaran peserta didik terhadap keberlanjutan berada pada tingkat moderat dengan total mean 3,65. Penelitian ini juga menekankan pentingnya implementasi Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) untuk meningkatkan Keterampilan berpikir kritis dan kesadaran keberlanjutan peserta didik
3.	(Fadilla <i>et al.</i> , 2021)	<i>Effect of Problem based learning on Critical Thinking Skils</i>	Hasil penelitian dari artikel tersebut menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis masalah (PBL) memiliki potensi yang sangat berguna dalam meningkatkan Keterampilan berpikir kritis peserta didik, asalkan guru dan peserta didik dapat menerapkan setiap tahap PBL dengan baik
4.	(Mahroni dan Supriyatna, 2024)	Energi Baru Terbarukan dalam Pembangunan yang Berkelanjutan dan Pemanfaatan	Hasil dari penelitian ini adalah penelitian ini menekankan bahwa pengembangan energi terbarukan sangat penting untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengatasi ancaman seperti penipisan cadangan minyak dan polusi gas rumah kaca, Meskipun ada kebijakan yang dirumuskan, implementasi di lapangan masih kurang optimal dan banyak potensi energi terbarukan yang belum dimanfaatkan secara maksimal serta kurangnya kesadaran dan edukasi masyarakat tentang pentingnya energi terbarukan dapat menjadi penghambat dalam adopsi teknologi baru

Tabel 4 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
5.	(Nazhifah dkk., 2023)	Profile of Physics Creative Thinking Skills for High School Students in The 21st Century	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA di Central Bangka berada pada tingkat keseluruhan sebesar 54,40%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat Keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah

2.3 Kerangka Pemikiran

Keterampilan abad 21 dianggap penting untuk dimiliki peserta didik, berbagai keterampilan tersebut penting dimiliki untuk mengatasi tantangan global. Salah satu keterampilan yang penting dimiliki peserta didik adalah keterampilan berpikir kritis. Namun nyatanya keterampilan berpikir kritis peserta didik dari hasil literatur dan penelitian pendahuluan di SMAN 14 Bandar Lampung masih kurang dan pemahaman terkait materi energi alternatif terkait isu global dan keberlanjutan masih belum ditekankan pada pembelajaran tersebut.

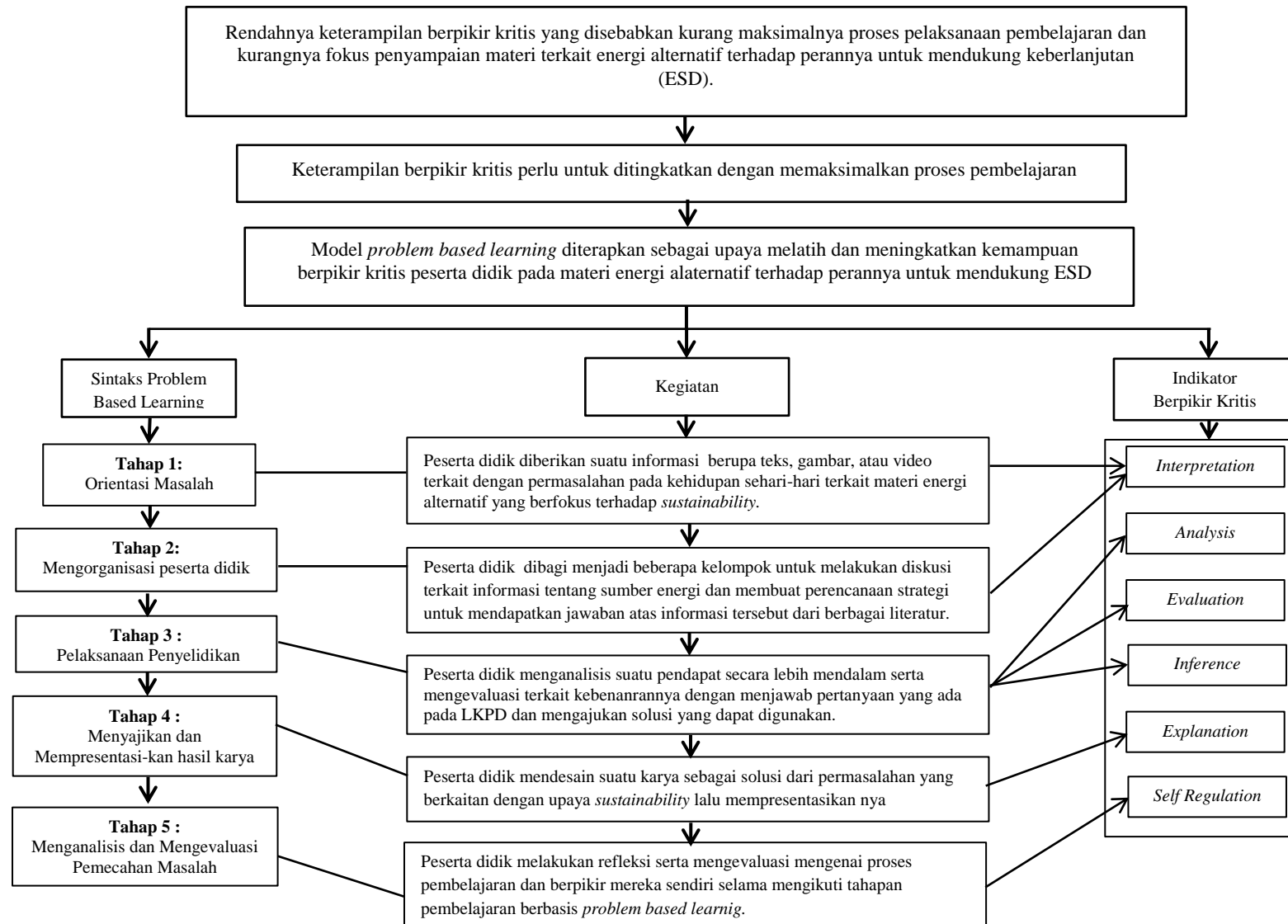
Diperlukan upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menerapkan pembelajaran *berbasis problem based learning*, dan mengaitkan kegiatan pembelajaran materi energi alternatif dengan kegiatan peserta didik yang relevan terkait isu global dan keberlanjutan, sehingga mampu melatih peserta didik kepada indikator-indikator keterampilan berpikir kritis. Peserta didik diawali dengan mengorientasi sebuah permasalahan berupa teks, gambar dan video terkait energi dan krisis energi yang berhubungan dengan isu keberlanjutan lalu peserta didik mengidentifikasi dan merumuskan masalahnya, sehingga akan melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam hal *interpretation* yaitu keterampilan berpikir kritis dalam memahami dan menjelaskan makna informasi.

Kemudian peserta didik dibantu dengan guru untuk mengorganisasikan mereka dalam pembelajaran yang bertujuan mempermudah kegiatan diskusi sehingga peserta didik secara aktif dan mandiri dalam menafsirkan makna dari suatu informasi untuk menjawab permasalahan yang diberikan, hal tersebut juga mampu melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada indikator interpretation.

Kegiatan selanjutnya peserta didik melakukan penyelidikan dan mengumpulkan data dari permasalahan yang diberikan dengan melakukan kajian literatur dan melakukan eksplorasi terhadap solusi dari permasalahan yang diberikan. Peserta didik harus memahami dan menginterpretasikan permasalahan yang diberikan serta data yang mereka kumpulkan. Setelah data terkumpul, peserta didik melakukan analisis terhadap data tersebut dan menelaah hubungan antara variabel-variabel dalam percobaan untuk menjawab masalah yang diberikan. Kemudian peserta didik mampu untuk menganalisis, mengevaluasi dan menyimpulkan bagaimana data tersebut mendukung atau menolak hipotesis atau solusi yang diajukan

Peserta didik merancang dan menyajikan suatu hasil karya sebagai solusi dari permasalahan yang diberikan, dan menyampaikan penjelasan secara logis dan terstruktur dari hasil karya yang telah dibuat kepada kelompok lain, hal tersebut mampu melatih peserta didik kepada keterampilan untuk menjelaskan suatu informasi atau solusi.

Tahap terakhir yaitu, peserta didik melakukan refleksi dan mencoba meninjau kembali proses pembelajaran yang telah dilakukan, selanjutnya menarik kesimpulan berdasarkan pemahaman dan pengalaman selama proses pembelajaran dan mengevaluasi proses pembelajaran dari pemikiran mereka sendiri. Secara ringkas penjelasan mengenai kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Sampel penelitian memiliki tingkat keterampilan awal yang serupa.
2. Kelas eksperimen dan kelas kontrol mempelajari materi yang sama, yaitu energi alternatif
3. Materi yang diajarkan merupakan bagian dari kurikulum yang sama yaitu kurikulum merdeka
4. Faktor-faktor dari luar penelitian tidak dipertimbangkan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini, yaitu.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi energi alternatif menggunakan model *problem based learning* pada kelas eksperimen dan model kooperatif pada kelas kontrol

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi energi alternatif menggunakan model *problem based learning* pada kelas eksperimen dan model kooperatif pada kelas kontrol

Efektivitas pada penelitian ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol yang signifikan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan desain penelitian *Quasi Eksperimental Design*. Bentuk desain *Quasi Experiment* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Non-equivalent Control Group Design*. Desain ini mempunyai dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang diberi perlakuan khusus dan kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan khusus. Bentuk desain ini ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Non-equivalent Control Group Design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O_1	X	O_3
Kontrol	O_2	-	O_4

Keterangan:

O_1 = *Pretest* kelas eksperimen

O_2 = *Pretest* kelas kontrol

X = Perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen

O_3 = *Post-test* kelas eksperimen

O_4 = *Post-test* kelas kontrol

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMA Negeri 14 Bandar Lampung. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah teknik *purposive sampling*, sampel didapatkan dengan mempertimbangkan kemampuan peserta didik yang hampir sama pada hasil pembelajaran sebelumnya, sehingga didapatkan sampel untuk penelitian ini yaitu kelas X E sebagai kelas eksperimen dan kelas X D sebagai kelas kontrol.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua jenis variabel, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen (X) adalah variabel yang mempengaruhi variabel dependen (Y), Variabel independen pada penelitian ini adalah model *problem based learning* (X), sementara variabel dependen adalah keterampilan berpikir kritis (Y).

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 di SMA Negeri 14 Bandar Lampung, yang terletak di Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan di kelas X D sebagai kelas kontrol dan X E sebagai kelas eksperimen dengan penyesuaian terhadap jadwal pembelajaran fisika di sekolah tersebut.

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Tahap Persiapan Penelitian

Kegiatan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan studi literatur mengenai model *problem based learning*, keterampilan berpikir kritis, *sustainability*, kurikulum yang

digunakan serta pokok bahasan materi yang digunakan pada penelitian.

- b. Mengurus perizinan penelitian pendahuluan di SMAN 14 Bandar Lampung.
- c. Melaksanakan penelitian pendahuluan di SMAN 14 Bandar Lampung berupa wawancara dengan guru mata pelajaran fisika kelas X untuk memperoleh informasi awal mengenai permasalahan yang dihadapi oleh peserta didik.
- d. Mengurus perizinan penelitian di SMAN 14 Bandar Lampung.
- e. Menentukan populasi, sampel dan waktu penelitian.
- f. Mempersiapkan instrumen penelitian dan perangkat pembelajaran yang akan digunakan pada saat penelitian.
- g. Melakukan uji instrumen dan analisis instrumen.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tahap Pelaksanaan Penelitian

No (1)	Kelas Eksperimen (2)	Kelas Kontrol (3)
1.	Memberikan soal pretest materi energi alternatif yang berfokus kepada permasalahan <i>sustainability</i> untuk menilai keterampilan awal berpikir kritis peserta didik.	Memberikan soal pretest materi energi alternatif yang berfokus kepada permasalahan <i>sustainability</i> , untuk menilai keterampilan awal berpikir kritis peserta didik.
2.	Memberikan perlakuan menggunakan model <i>problem based learning</i> dimana aktivitas peserta didik sangat berperan aktif dalam proses pembelajaran dan mampu secara mandiri ataupun berkelompok dalam melakukan pembelajaran, tahapan pembelajaran diawali dengan mengorientasikan peserta didik terhadap permasalahan yang relevan dengan materi pembelajaran.	Memberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran yang biasa dilaksanakan oleh guru yaitu model pembelajaran kooperatif. dimana proses pembelajaran masih berpusat kepada guru dalam hal menyampaikan materi dan memberikan arahan dan penjelasan.

Tabel 6 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)
3.	Peserta didik difasilitasi LKPD berbasis PBL sebagai panduan peserta didik dalam berdiskusi dan diberikan juga tambahan media pembelajaran berupa video pembelajaran mikro pada materi energi alternatif yang berfokus pada pembahasan terkait <i>sustainability</i> .	Peserta didik menggunakan media pembelajaran berupa papan tulis, proyektor untuk menampilkan power point energi alternatif, dan difasilitasi LKPD sederhana yang berisi soal-soal.
4.	Memberikan soal <i>post-test</i> mengenai energi alternatif dan perannya untuk mendukung ESD kepada peserta didik sehingga nantinya dapat diketahui keterampilan akhir dari berpikir kritis peserta didik.	Memberikan soal <i>post-test</i> mengenai energi alternatif dan perannya untuk mendukung ESD kepada peserta didik sehingga nantinya dapat diketahui keterampilan akhir dari berpikir kritis peserta didik.

3.5.3 Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir adalah sebagai berikut

- a. Mengolah dan menganalisis data hasil *pretest* dan *post-test* peserta didik serta instrumen lainnya.
- b. Membahas hasil analisis yang telah dilakukan.
- c. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis serta pembahasan.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan suatu alat yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi tentang data penelitian dan diharapkan mampu menjawab permasalahan yang terdapat pada penelitian. Adapun Instrumen yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Instrumen Perangkat Pembelajaran

a. Modul Ajar

Modul ajar merupakan komponen-komponen terstruktur untuk memastikan proses pembelajaran berjalan dengan efektif. Modul ajar digunakan guru sebagai acuan untuk melaksanakan pembelajaran

b. Lembar Kerja Peserta didik

LKPD yang digunakan merupakan LKPD berbasis *problem based learning*, LKPD ini berisi kegiatan-kegiatan pembelajaran oleh peserta didik untuk melatih keterampilan berpikir kritis mereka terkait pembelajaran materi energi alternatif yang berfokus kepada peran materi tersebut untuk mendukung ESD.

c. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan alat yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran, termasuk video, gambar, *slide* presentasi dan alat bantu lainnya, pada penelitian ini video *micro learning* merupakan salah satu dari media pembelajaran yang digunakan

2. Instrumen Penilaian

Penelitian ini menggunakan soal tes tertulis yang digunakan sebagai instrumen penilaian untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi energi alternatif, pada penelitian ini lembar soal tes berupa soal uraian yang berjumlah 10 soal dengan konteks soal materi energi alternatif yang berfokus pada permasalahan serta pengelolaan energi dan keberlanjutan untuk mendukung peran ESD. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *post-test*. Instrumen ini diharapkan mampu menunjukkan adanya peningkatan hasil keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah pembelajaran model *problem based learning* pada materi energi alternatif.

3.7 Analisis Instrumen

Instrumen penelitian yang digunakan diuji terlebih dahulu pada sampel penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan harus memenuhi beberapa syarat penting seperti validitas dan reliabilitas untuk keberhasilan instrumen dalam membuktikan hipotesis.

3.7.1 Uji Validitas

Suatu instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang sesuai dengan tujuan, dan mengungkapkan data dari variabel yang diteliti dengan tepat. Untuk menguji validitas instrumen yang digunakan, dapat menggunakan dengan rumus korelasi *product moment pearson* oleh Karl Pearson, sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} : Koefisien korelasi

n : Jumlah responden uji coba

X : skor tiap butir

Y : skor seluruh butir responden uji coba

Validitas data dapat dilihat jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan 0,05 maka instrumen tersebut dapat dikatakan valid, sedangkan jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut dikatakan tidak valid. Kriteria pengujian dengan sampel uji sebanyak 33 responden dikatakan valid apabila skor $r_{hitung} \geq 0,344$. Interpretasi dari besarnya koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Interpretasi Koefisien Korelasi

Koefisien (1)	Interpretasi (2)
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat Rendah

(Arikunto, 2011)

3.7.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan uji konsistensi suatu instrumen. Instrumen dikatakan reliabel jika dapat menghasilkan hasil yang serupa ketika diterapkan pada kelompok yang sama di waktu yang berbeda. Penelitian ini menggunakan soal uraian dan untuk soal uraian koefisien reliabilitasnya dihitung dengan metode *cronbach's alpha*, yaitu

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \delta_b^2}{\delta_t^2} \right)$$

Keterangan :

r_{11} : reliabilitas instrumen

k : jumlah butir pertanyaan

$\sum \delta_b^2$: jumlah varians butir

δ_t^2 : varians total

Kriteria reliabilitas soal sama dengan soal bentuk objektif, yaitu soal reliable bila r_{11} lebih dari sama dengan 0,70. Berikut Interpretasi nilai r_{11} mengacu pada pendapat Guilford, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Nilai Reliabilitas

Interval r_{11} (1)	Interpretasi (2)
0,90 – 1,00	Sangat tinggi
0,70 – 0,90	Tinggi
0,40 – 0,70	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
<0	Sangat Rendah

(Rosidin, 2017)

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian ini menggunakan teknik tes untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi energi alternatif yang berfokus pada peran energi terhadap pemasalahan krisis energi dan tantangan global yang berkaitan dengan keberlanjutan. Tes dilakukan dua kali, yakni pada awal sebelum proses pembelajaran, yang disebut *pretest*, dan setelah pembelajaran selesai, yang dikenal sebagai *post-test*. Tes ini diberikan kepada seluruh peserta didik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis data

1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan data dari penelitian yang telah dilakukan terdistribusi dengan normal atau tidak. Uji normalitas bertujuan untuk melihat apakah data keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika pada materi energi alternatif yang menggunakan model *problem based learning* berdistribusi normal atau tidak. Pada penelitian ini menggunakan *kolmogorov smirnov* dengan SPSS 25.0. Ketentuan yang digunakan pada uji normalitas menggunakan uji *kolmogorov smirnov* ini adalah :

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Adapun kriteria Uji normalitas adalah sebagai berikut

- 1) Jika nilai $\text{sig} \leq 0,05$ maka data berdistribusi tidak normal
- 2) Jika nilai $\text{sig} > 0,05$ maka data berdistribusi normal

(Koroh & Ly, 2020)

2. *N-Gain*

N-Gain dilakukan untuk melihat peningkatan yang terjadi sebelum dan sesudah diterapkannya suatu perlakuan. *N-Gain* dilakukan dengan menggunakan rumus faktor (*N-Gain*) untuk menghitung selisih antara nilai *pretest-post-test*. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$N-Gain = \frac{\text{Posttest Score} - \text{Pretest Score}}{\text{Maximum Score} - \text{Pretest Score}}$$

Hasil perhitungan *n-gain* dapat diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria menurut pendapat Meltzer (2002) seperti ditunjukkan Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria *N-Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$N - \text{Gain} > 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq N - \text{Gain} \leq 0,7$	Sedang
$N - \text{Gain} < 0,3$	Rendah

Berikut merupakan tafsiran persentase *n-gain score* dalam bentuk persentase, ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tafsiran Persentase *N-Gain Score*

Persentase (%)	Tafsiran
>76	Efektif
56-75	Cukup Efektif
40-55	Kurang Efektif
< 40	Tidak Efektif

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji statistik yang bertujuan untuk memastikan bahwa dua atau lebih kelompok sampel berasal dari populasi yang memiliki tingkat variasi yang serupa. Uji

homogenitas varians dilakukan menggunakan uji *Levene* dengan SPSS 25.0. Hipotesis statistik pengujian ini adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (Varians Skor Tes Homogen)}$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ (Varians Skor Tes Tidak Homogen)}$$

Kriteria pengambilan keputusan untuk pengujian tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
- 2) Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

3.9.2 Pengujian Hipotesis

1. Uji *Independent Sample T-Test*

Pengujian hipotesis menggunakan 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

a. Rumusan hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata *N-Gain* yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata *N-Gain* yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

b. Pengambilan keputusan H_0 ditolak jika $\text{sig} < \alpha$ dan H_1 diterima jika sebaliknya, dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ (Suyatna, 2017).

c. Jika data tidak berdistribusi normal, maka akan dilakukan uji statistik non parametrik yaitu dengan menggunakan uji *Mann-Whitney*.

2. Uji *Effect Size*

Uji *Effect Size* merupakan ukuran statistik yang menunjukkan seberapa besar atau signifikan perbedaan antara dua kelompok atau hubungan antar variabel-variabel dalam suatu penelitian. Uji *effect size* pada penelitian ini dilakukan untuk melihat seberapa besar atau signifikan perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas eksperimen yang diberikan perlakuan *problem based learning* dan kelas kontrol yang tidak diberikan perlakuan. *Effect size* dapat dihitung dengan menggunakan nilai *Cohen's d*, yaitu dengan cara membagi perbedaan rata-rata kelompok dengan standar deviasi gabungan, berikut adalah rumusan *effect size* menurut Cohen et.al., (2007).

$$d = \frac{M_1 - M_2}{S_p}$$

Keterangan:

d = Nilai *Cohen's d*

M_1 dan M_2 = Rata-rata grup 1 dan grup 2

S_p = Standar deviasi gabungan

Menurut Fritz et.al., (2012) hasil perhitungannya dapat diinterpretasikan seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi <i>Effect Size</i>
$0,14 \leq d$	Besar
$0,06 \leq d < 0,14$	Sedang
$0,01 \leq d < 0,06$	Kecil

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa model *problem based learning* (PBL) cukup efektif yang ditunjukkan dengan nilai *n-gain* sebesar 0,63 dengan kategori sedang dan berpengaruh besar terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi energi alternatif mengenai peran energi alternatif sebagai solusi alternatif energi yang ramah lingkungan dan mendukung peran ESD dengan kategori baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol, dan didukung dengan hasil uji *effect size* dengan nilai *cohen's d* yaitu 1,325 dengan kategori besar. Adanya peningkatan tersebut yang disebabkan oleh aktivitas PBL yang mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat peneliti berikan yaitu:

1. Peneliti lain yang ingin melakukan penelitian serupa sebaiknya memperpanjang durasi pembelajaran PBL, supaya peserta didik lebih mampu untuk memahami masalah yang diberikan secara maksimal
2. Pembelajaran model PBL dapat diterapkan pada pembelajaran fisika di SMAN 14 Bandar Lampung, sebagai upaya untuk melatihkan dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, T. (2019). *Model Pembelajaran Ryleac*. Gorontalo: Politeknik Gorontalo. Politeknik Gorontalo. 52 hlm.
- Abera, H. G. (2023). The Role of Education in Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs): A Global Evidence Based Research Article. *International Journal of Social Science and Education Research Studies*, 03(01), 67–81.
- Agusti, K. A., Wijaya, A. F. C., & Tarigan, D. E. (2019). Problem Based Learning Dengan Konteks Esd untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Sustainability Awareness Siswa SMA pada Materi Pemanasan Global. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2019, VIII*, 175–182.
- Agustina, M. D., Hudha, M. N., & Kumala, F. N. (2022). Pengembangan Video Pembelajaran (Animasi) Lingkungan terhadap Peningkatan Literasi Lingkungan Siswa tentang Topik Hemat Energi. *Experiment: Journal of Science Education*, 2(1), 1–10.
- Arafah, A. A., Sukriadi, S., & Samsuddin A. F. (2023). Implikasi Teori Belajar Konstruktivisme pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2), 358–366.
- Aprina, E. A., Fatmawati, E., & Suhardi, A. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Muatan IPA Sekolah Dasar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(1), 981–990.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (9th Ed). New York: Mc-Graw-Hill Companies. 610 Pages.
- Arif, D. S. F., Zaenuri, & Cahyono, A. N. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis pada Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Media Pembelajaran Interaktif dan Google Classroom. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES, 2018*, 323–328.
- Arifin, Z., Suyitno, & Prija, D. D. D. (2022). *Energi Terbarukan (Energi Angin, Energi Surya, Energi Air)*. Surakarta: UNS Press. 80 hlm.

- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Bumi Aksara. 413 hlm.
- Arum, R. L., & Hikmat, M. H. (2024). The Teacher's Understanding about Problem Based Learning and It's Implementation. *Language Circle: Journal of Language and Literature*, 18(2), 296–302.
- Boye, E. S., & Agyei, D. D. (2023). Effectiveness of problem-based learning strategy in improving teaching and learning of mathematics for pre-service teachers in Ghana. *Social Sciences and Humanities Open*, 7(1), 2590–2911.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education 6th Edition*. USA: Routledge. 638 Pages.
- Dewi, L., & Fauziati, E. (2021). Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar dalam Pandangan Teori Konstruktivisme Vygotsky. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 163–174.
- Ekamilasari, E., & Pursitasari, I. D. (2021). Students' Critical Thinking Skills and Sustainability Awareness in Science Learning for Implementation Education for Sustainable Development. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(1), 121–124.
- Facione, P. A. (2013). *Critical Thinking : What It Is and Why It Counts*. Milbrae, CA: Measured Reason and California Academic Press. 28 Pages.
- Fadilla, N., Nurlaela, L., Rijanto, T., Ariyanto, S. R., Rahmah, L., & Huda, S. (2021). Effect of problem-based learning on critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1810(1).
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect Size Estimates: Current Use, Calculations and Interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2-18.
- Gustavsson, L., Nguyen, T., Sathre, R., & Tettey, U. Y. A. (2021). Climate effects of forestry and substitution of concrete buildings and fossil energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 136(March 2020), 1-15.
- Hidayah. A. I. (2024). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Energi Alternatif untuk Meningkatkan Sustainability Literacy*.
- Hotimah, H. (2020). Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi*, 7(3), 5-11
- Hutagalung, M. T., Siagian, A. F., & Saragih, S. T. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Siswa pada Subtema Sumber Energi. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(02), 438–444.

Inayati, U. (2020). Implementation of LKPD to Improve Student Learning Outcomes. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 3(3), 560-564.

Ismail, Suwarsono, S., & Lukito, A. (2018). Critical Thinking Skills of Junior High School Female Students with High Mathematical Skills in Solving Contextual and Formal Mathematical Problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 953(1). 1-11.

Karira F. N., Sunarti, T., Niswati, M., Setyasih, W., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., & Surabaya, U. N. (2023). Validitas Instrumen Tes Berbasis Literasi Sains untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Energi Terbarukan. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 12(2), 118.

Koroh, T. R., & Ly, P. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 6(1), 126–132.

Mahroni, & Supriyatna, D. (2024). Energi Baru Terbarukan dalam Pembangunan yang Berkelanjutan dan Pemanfaatan Energi Terbarukan. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 2(11), 66–76.

Manuaba, I. B. A. P., No, Y., & Wu, C. C. (2022). The effectiveness of problem based learning in improving critical thinking, problem-solving and self-directed learning in first-year medical students: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 17(11 November), 1–12.

Marliani, L. P. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *PAEDAGOGY : Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 1(2), 125–133.

Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57.

Mokalu, V. R., Panjaitan, J. K., Boiliu, N. I., & Rantung, D. A. (2022). Hubungan Teori Belajar dan Teknologi Pendidikan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(1), 1475–1486.

Muchlis, M. (2010). *Teks Book Writing (Dasar-dasar Pemahaman Penulisan, dan Pemahaman Penulisan, dan Pemakaian Buku Teks)*. Yogyakarta: Ar-ruzz Media. 416 hlm.

- Mustakim, N. I. L., Hilmi Hambali, & Nurdyanti. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Sistem Koordinasi. *COMPASS: Journal of Education and Counselling*, 1(2), 287–292.
- Khairiyah, N., Yumni, A.S.S. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran PPKn di Kelas III MIN 3 Simalungun Universitas Islam Negeri Sumatera Utara , Indonesia Berdasarkan observasi yang dilakukan di kelas III MIN 3 Simalungun diketah. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika*, 2(6).
- Nazhifah, N., Wiyono, K., Ismet, & Azairok, M. (2023). Profile of Physics Creative Thinking Skills for High School Students in The 21st Century. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 7(1), 1–11.
- Nirbita, B. N., Joyoatmojo, S., & Sudiyanto, S. (2018). ICT Media Assisted Problem Based Learning for Critical Thinking Ability. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 5(4), 341–348.
- Nirmayani, L. H., & Suastra, I. W. (2023). The Impact of Problem Based Learning with Tri Hita Karana on Scientific Literacy and Critical Thinking Skills. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 6(1), 35–43.
- Nurwahidah, C. D., Zaharah, Z., & Sina, I. (2021). Media Video Pembelajaran Dalam Meningkatkan Motivasi Dan Prestasi Mahasiswa. *Rausyan Fikr : Jurnal Pemikiran Dan Pencerahan*, 17(1). 1-12.
- Paul, R., & Elder, L. (2014). *Critical Thinking; Tools for Taking Charge of Your Proessional and Personal Life* (2nd Ed). USA: Pearson Education. 535 Pages.
- Prabu A. S., & Kartono, D. T. (2022). Kebermanfaat Adanya Sustainable Development Goals (Sdgs). *Journal of Social Research*, 1(6), 507–512.
- Primasti, S. G. (2021). Implementasi Program Education for Sustainable Development Di Sma Tumbuh. *Spektrum Analisis Kebijakan Pendidikan*, 10(3), 80–100.
- Purba, E. R., Siregar, N., & Lubis, R. D. (2023). Implementation of LKPD-Assisted Problem-Based Learning Models as an Effort to Improve Students' Mathematical Reasoning Ability at Percut Sei Tuan State Junior High School. *Paradikma: Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(1), 40–45.
- Purnamasari, S., & Hanifah, A. N. (2021). Education for Sustainable Development (ESD) dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Kajian Pendidikan IPA*, 1(2), 69–75.

- Rahmawati, S., Roshayanti, F., Nugroho, A. S., & Hayat, M. S. (2021). Potensi implementasi Education for Sustainable Development (ESD) dalam pembelajaran IPA di MTs Nahdlatul Ulama Mranggen Kabupaten Demak. *Jurnal Kualita Pendidikan*, 2(1), 15–27.
- Ridwan, R. S., Al-Aqsha, I., & Rahmadini, G. (2020). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Video dalam Penyampaian Konten Pembelajaran. *Inovasi Kurikulum*, 18(1), 38–53.
- Rini, D. S., Adisyahputra, & Sigit, D. V. (2020). Boosting student critical thinking ability through project based learning, motivation and visual, auditory, kinesthetic learning style: A study on Ecosystem Topic. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4A), 37–44.
- Rodiyah, S. K. (2022). Implementasi Metode Pembelajaran Problem Based Learning Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Riset Rumpun Agama Dan Filsafat*, 1(1), 109–128.
- Rosidin, U (2017). *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Yogyakarta: Media Akademi. 316 hlm.
- Sahidu, H., Harjono, A., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2020). Pelatihan Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Abad 21 di MA Manbaul Bayan Sakra – Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 2(1).
- Santos, L. F. (2017). The Role of Critical Thinking in Science Education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159–173.
- Saputra, H. (2022). Improving Mathematics Problem-Solving Ability With Problem-Based Learning in V Grade Students. *Al-Adzka: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 12(1), 28-37.
- Sari, I. P. M., Jatmiko, B., & Suprpto, N. (2023). Students' Physics Problem-Solving Skills in Daily Life Context: Between Confession and Fact. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 231–241.
- Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. K. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186.
- Shaw, A., Liu, O. L., Gu, L., Kardonova, E., Chirikov, I., Li, G., Hu, S., Yu, N., Ma, L., Guo, F., Su, Q., Shi, J., Shi, H., & Loyalka, P. (2020). Thinking critically about critical thinking: validating the Russian HEIghten® critical thinking assessment. *Studies in Higher Education*, 45(9), 1933–1948.
- Shofi, Z. N. (2024). *Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Sustainability Literacy*.

- Siagian, P., Suleman, N., Asrim, J. S. P., T (2023). *Energi Baru Terbarukan Sebagai Energi Alternatif*. Medan: Yayasan Kita Menulis. 152 hlm.
- Silitonga, A.S., & Ibrahim, H. 2020. *Buku Ajar Energi Baru dan Terbarukan*. Yogyakarta: CV Budi Utama. 224 hlm.
- Sinurat, F. M. . (2022). Penggunaan lembar kerja peserta didik untuk meningkatkan prestasi belajar matematika pada SMKN 1 Cikarang Selatan. *Indonesian Journal of Educational Development*, 2(4), 80–88.
- Sobari, E. F. D., Hernani, H., & Ramalis, T. R. (2022). Critical Thinking Skills and Sustainability Conciousness of Students for The Implementation Education for Sustainable Development. *Journal of Science Education Research*, 6(2), 75–80.
- Suhendi, A., & . P. (2018). Constructivist Learning Theory: The Contribution to Foreign Language Learning and Teaching. *KnE Social Sciences*, 3(4), 87.
- Sujarwo, C. G. (2021). Analisis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Cybernetics: Journal Educational Research and Social Studies*, 2, 123–130.
- Suparlan, S. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *Islamika*, 1(2), 79–88.
- Swihadayani, N. (2023). Analisis Rubrik Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis Berbasis ESD di Kelas Tinggi Sekolah Dasar. *Jurnal Sosial Dan Teknologi*, 3(6), 488–493.
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi. 113 hlm.
- Tristananda, P. W. (2018). Membumikan Education for Sustainable Development (ESD) di Indonesia dalam Mengahadapi Isu-Isu Global. *Purwadita: Jurnal Agama Dan Budaya*, 2(2), 42–49.
- Utami, A., & Syam, M. (2022). Fostering Critical Thinking through PBL-SSI in Renewable Energy Topic among High School Students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(2). 276-282.
- Vilmala, B. K., Karniawati, I., Suhandi, A., Permanasari, A., & Khumalo, M. (2022). A Literature Review of Education for Sustainable Development (ESD) in Science Learning: What, Why, and How. *Journal of Natural Science and Integration*, 5(1), 35-44.
- Wardana, W., & Djamaluddin, A. (2021). *Belajar dan Pembelajaran Teori, Desain, Model Pembelajaran dan Prestasi Belajar*. Jakarta: CV. Kaafah Learning Center. 222 hlm.

- Wijayanti, R., & Siswanto, J. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sumber-sumber Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 109–113.
- Yildirim, N., Kurt, S., & Ayas, A. (2011). The effect of the worksheets on students' achievement in chemical equilibrium. *Journal of Turkish Science Education*, 8(3), 44–58.
- Yuliandriati, Y., Susilawati, S., & Rozalinda, R. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Ikatan Kimia Kelas X. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(1), 105–120.
- Yuliarti, Y., Marlina, L., Siahaan, S. M., Fathurohman, A., & Sudirman, S. (2023). Profile of High School Students' Critical Thinking Skills about Renewable Energy Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10151–10160.
- Yasmin, Y.S., Febrian Syah, F., Azka, A.A., & Aribowo, D. (2024). Energi Surya Sebagai Solusi dalam Peningkatan Efisiensi Energi Perspektif SDGs 7 (Sustainable Development Goals 7) 2030 (Studi Kasus Penerapan Panel Surya Mewujudkan Smart And Green Campus di UNTIRTA). *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 108–118.