

**IMPLEMENTASI PBL DENGAN PENDEKATAN STEM BERBASIS
EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) PADA
TOPIK USAHA DAN ENERGI UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF**

(SKRIPSI)

Oleh

**FIJRI KURNIA
NPM 1913022023**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2023**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI PBL DENGAN PENDEKATAN STEM BERBASIS *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* (ESD) PADA TOPIK USAHA DAN ENERGI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Oleh

Fijri Kurnia

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh PBL dengan pendekatan STEM berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik usaha dan energi. Penelitian ini dilakukan di SMAN 1 Talang Padang menggunakan penelitian eksperimen dengan desain penelitian yang digunakan, yaitu *Pretest-Posttest Control Group Design*. Instrumen penelitian yang digunakan, yaitu lembar tes soal uraian. Pembelajaran model PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD dikatakan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik, hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,44 dengan kategori sedang lebih besar dibandingkan pada kelas kontrol dengan rata-rata *N-gain* sebesar 0,23 dengan kategori rendah. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan kelas kontrol. Hal ini juga didukung dengan data perolehan dari uji *Independent Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (*2-tailed*) sebesar 0,000 dan juga nilai *effect size* sebesar 0,797 pada kategori besar, yang dapat disimpulkan bahwa implementasi PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik usaha dan energi.

Kata kunci: PBL, Pendekatan STEM, *Education for Sustainable Development* (ESD), kemampuan berpikir kreatif

**IMPLEMENTASI PBL DENGAN PENDEKATAN STEM BERBASIS
EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) PADA
TOPIK USAHA DAN ENERGI UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF**

Oleh

Fijri Kurnia

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
2023**

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI PBL DENGAN
PENDEKATAN STEM BERBASIS
EDUCATION FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT (ESD) PADA TOPIK USAHA
DAN ENERGI UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR
KREATIF**

Nama Mahasiswa : **Fijri Kurnia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913022023**

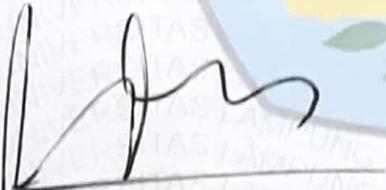
Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

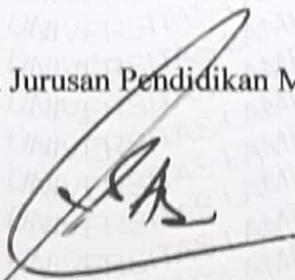


1. **Komisi Pembimbing**


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


Dr. I Wayan Distrik, M.Si.
NIP 19631215 199102 1 001

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

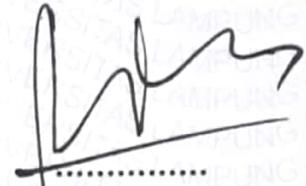

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**



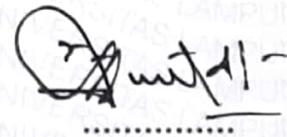
Sekretaris

: **Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



Penguji

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



Dean Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **8 Agustus 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Fijri Kurnia
NPM : 19130220023
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Dusun Kalibening Bawah, RT/RW 002/002, Kecamatan
Talang Padang, 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 saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.



Bandar Lampung, 08 Agustus 2023

Fijri Kurnia
1913022023

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Fijri Kurnia, dilahirkan di Talang Padang Kab. Tanggamus pada tanggal 31 Desember 2001 sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Ikhfaruddin dan Ibu Haryanti. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2007 di SDN 1 Kalibening. Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan di MTs N 2 Tanggamus. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Pringsewu dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika penulis aktif dalam berbagai macam kegiatan organisasi. Penulis pernah menjadi Wakil Sekretaris Umum dari Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika), Anggota kerohanian di Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta), serta menjadi staf usaha Kopma Unila. Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2022 di Desa Kebumen, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus. Kegiatan tersebut juga bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SMA Islam Kebumen.

Prestasi yang diraih penulis selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa yaitu lolos dalam pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) pada tahun 2022.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(Q.S Al-Insyirah:6)

“Apabila sesuatu yang kamu senangi tidak terjadi, maka senangilah apa yang
terjadi”
(Ali bin Abi Thalib)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin, dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti nan tulus kepada:

1. Orangtua tersayang, bapak Ikhfaruddin dan ibu Haryanti yang tanpa lelah mendoakan kelancaran dan kesuksesan anaknya. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan keberkahan untuk ayah dan ibu sampai aku bisa membahagiakan kalian;
2. Adik-adik penulis, Rahma Isnaini dan Anasa Sulistia yang menjadi pelengkap penyemangat untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Nenek penulis, mbah Siti Aminah yang selalu dengan tulus mendoakan kelancaran dan kesuksesan penulis;
4. Keluarga besar tersayang yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
5. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas;
6. Sahabat dan teman-teman penulis yang setia menemani dalam perjuangan dan tulus mendampingi hingga saat ini;
7. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
4. Ibu Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
5. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
6. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si. selaku Pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
7. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si. selaku Pembahas atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan arahan, saran perbaikan, dan motivasi selama menyelesaikan skripsi;
8. Bapak dan Ibu Dosen serta staf program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam setiap proses pembelajaran;

9. Bapak Drs. Khairil Yusri, M.M. selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Talang Padang yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian;
10. Ibu Melisa Asniati, S.Pd. selaku guru mata pelajaran fisika SMAN 1 Talang Padang yang telah memberikan izin dan membantu penulis untuk melaksanakan penelitian;
11. Siswa dan siswi kelas X.H dan X.I SMAN 1 Talang Padang atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
12. Saudara persepupuan mba imut, mba tiwi, mba ike, bang ami, bang alan, teh zanna, dan semua sepupu yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis;
13. Sahabat *family netherlands* yang selalu memberikan semangat dan selalu *support* selama menjalani perkuliahan yaitu Tria, Syifa, Nong, Meita, Yulinda, Cerli, Teddy, Fazri, dan Dana;
14. Teman seperbimbingan Siti Nur Oktaviana dan juga teman-teman CABB'19 yang telah memberi semangat, dan selalu mendampingi selama bimbingan;
15. Teman-teman KKN Desa Kebumen dan PLP SMA Islam Kebumen (Dona, Herlina, Syifa, Dinda, Bagus) yang selalu memberikan semangat,
16. Teman-teman seperjuangan SigmaF 19 (Sinergi Mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2019);
17. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi tambahan referensi untuk penelitian lain.

Bandar Lampung, 08 Agustus 2023

Fijri Kurnia
1913022023

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kerangka Teoritis.....	7
2.1.1 <i>Probem Based Learning</i> (PBL)	7
2.1.2 Pendekatan STEM	9
2.1.3 Kemampuan Berpikir Kreatif	12
2.1.4 <i>Education for Sustainable Development</i> (ESD)	14
2.1.5 Teori <i>Problem Solving</i>	16
2.1.6 Teori Belajar Konstruktivisme.....	17
2.1.7 Teori Vygotsky	18
2.1.8 Pemetaan Materi Usaha dan Energi	19
2.2 Penelitian Yang Relevan.....	20
2.3 Kerangka Pemikiran.....	21
2.4 Anggapan Dasar	24
2.5 Hipotesis Penelitian	24
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	25
3.3 Variabel Penelitian.....	25
3.4 Desain Penelitian	26
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.6 Instrumen Penelitian	29
3.7 Analisis Instrumen Penelitian	30
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	32

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.2 Pembahasan.....	45
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Simpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model Pembelajaran PBL	8
2. Definisi Literasi STEM	11
3. Indikator Kemampuan Berpikir	13
4. Pemetaan Materi Usaha dan Energi	19
5. Penelitian yang Relevan	20
6. Desain Eksperimen <i>Pretest Posttest Control Group Design</i>	26
7. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	29
8. Hasil Uji Validitas Instrumen Penguasaan Konsep Materi Usaha dan Energi	31
9. Klasifikasi N-Gain	33
10. Interpretasi <i>Effect Size</i>	35
11. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Kontrol	39
12. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen	38
13. Data Hasil Pretest Kemampuan Berpikir Kreatif	41
14. Data Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kreatif	41
15 Hasil Uji Data Rata-Rata <i>N-gain</i>	42
16. Uji Normalitas Data	42
17. Hasil Uji Homogenitas	43
18. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	44
19 Hasil Uji ANCOVA	44
20. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pendidikan Sains Berbasis STEM.....	9
2. Bagan Kerangka Pemikiran.....	23
3. Grafik Nilai Rata-rata N-Gain.....	46
4. Grafik Persentase Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif.....	48
5. Jawaban LKPD Peserta Didik.....	51
6. Mengorganisasikan peserta didik.....	52
7. Desain Produk Kincir Air Sederhana.....	53
8. Proses Pembuatan Kincir Air Sederhana.....	54
9. Uji Coba Produk Kincir Air.....	55
10. Presentasi Hasil Pemecahan Masalah.....	56
11. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Peserta Didik.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Materi Usaha dan Energi	69
2. RPP Kelas Eksperimen	72
3. RPP Kelas Kontrol	83
4. Instrumen Wawancara.....	90
5. Kisi-kisi Instrumen Kemampuan Berpikir Kreatif.....	93
6. Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kreatif.....	98
7. Kunci Jawaban Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kreatif	104
8. Rubrik Penilaian Tes Kemampuan Berpikir Kreatif	109
9. LKPD Kelas Eksperimen	111
10. LKPD Kelas Kontrol.....	122
11. Rubrik Penilaian Produk	131
12. Rubrik Penilaian Presentasi.....	132
13. Rubrik Penilaian Kinerja.....	133
14. Hasil Uji Validitas.....	134
15. Hasil Uji Reliabilitas	136
16. Data Hasil Uji Validitas	137
17. Hasil Pretest dan Posttest serta N-Gain Kelas Eksperimen	139
18. Hasil Pretest dan Posttest serta N-Gain Kelas Kontrol	140
19. Lembar Penilaian Kinerja	141
20. Hasil Uji Statistik	143
21. Data Hasil Ketercapaian Indikator Kelas Eksperimen.....	145
22. Data Hasil Ketercapaian Indikator Kelas Kontrol	151
23. Gambar Rancangan Desain Kincir Air Peserta Didik.....	154
24. Surat Balasan Observasi.....	156
25. Surat Izin Penelitian	157

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 sangat pesat. Akibat perkembangan tersebut, perlu ditingkatkannya sumber daya manusia agar dapat bersaing secara global. Sumber daya manusia yang dibutuhkan dari berbagai bidang harus bersikap profesional dalam bekerja, terutama pada bidang pendidikan. Penyiapan sumber daya manusia yang menguasai keterampilan abad 21 akan efektif jika ditempuh melalui jalur pendidikan (Redhana, 2019). Salah satu bidang pendidikan yang mampu menciptakan sumber daya manusia profesional yang berkepribadian aktif, inovatif, dan kreatif adalah pendidikan sains, khususnya pada pembelajaran fisika.

Materi dalam pembelajaran fisika sering dianggap sebagai materi yang sulit dipahami karena dalam mengungkap suatu fenomena atau peristiwa dalam fisika melibatkan matematika yang rumit dan kompleks. Kenyataannya materi dalam pembelajaran fisika adalah masalah yang sering dialami bahkan dilihat peserta didik dalam kehidupan sehari-hari (Andriko, 2016). Upaya dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang dialami peserta didik tersebut, pembelajaran fisika memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan 4C'S yaitu *critical*, *creative*, *colaboration* dan *communication skills*. Salah satu kompetensi yang penting dikembangkan adalah *creative thinking skills* atau kemampuan berpikir kreatif.

Kemampuan berpikir kreatif peserta didik dapat terlatih jika dihadapkan dengan fenomena yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui kemampuan berpikir kreatif peserta didik dituntut untuk mengemukakan ide-ide atau solusi baru dalam menyelesaikan suatu permasalahan tersebut, namun cara-cara peserta didik dalam mengekspresikan ide-ide atau solusi tentunya berbeda-beda. Hal ini dikarenakan kemampuan yang dimiliki oleh setiap peserta didik juga berbeda (Febrianingsih, 2022). Proses pembelajaran yang mengasah keterampilan berpikir kreatif ini tidak terlepas dari peran guru sebagai fasilitator.

Guru sebagai fasilitator artinya guru harus memfasilitasi peserta didik dalam pembelajaran, hal ini sesuai dengan pernyataan Putri, dkk (2020) dalam era globalisasi, guru harus memotivasi, mendorong, dan memfasilitasi peserta didik untuk membangun pengetahuannya dalam proses pembelajaran. Pembelajaran tidak seharusnya berpusat pada guru saja, tetapi pembelajaran yang sesungguhnya adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Peserta didik harus digali kemampuan dan potensinya (*learning to do*), sehingga akan terciptanya rasa keingintahuan yang tinggi pada peserta didik (*learning to know*). Kegiatan yang membuat peserta didik lebih aktif dan mementingkan peran peserta didik diharapkan dapat membuat peserta didik menjadi lebih kreatif (*learning to be*). Kekreatifan peserta didik ini akan memberikan semangat belajar yang tinggi antar sesama peserta didik yang akan menjadikan proses pembelajaran yang lebih menarik dan efisien (*learning to live together*) (Sukini, 2019).

Berdasarkan laporan dari *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD), pada hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) pada tahun 2018 Indonesia menempati peringkat 10 terbawah dari 79 negara peserta dengan poin rata-rata kemampuan membaca 42 poin, kemampuan matematika 52 poin, dan kemampuan sains 37 poin di bawah rata-rata nilai negara ASEAN (OECD, 2019). Hasil ini menunjukkan bahwa Indonesia masih jauh tertinggal dari negara-negara berkembang

lainnya, sehingga perlu adanya peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah yang salah satunya dengan melatih keterampilan berpikir kreatif, dan juga perlu adanya kajian terhadap permasalahan-permasalahan global yang sedang terjadi. Dalam upaya meningkatkan kreativitas peserta didik, guru harus membuat peserta didik mencari tahu dan memecahkan sendiri tentang masalah yang diberikan, sehingga pembelajaran akan berpusat pada peserta didik (*student centered*).

Salah satu model pembelajaran yang dapat dikembangkan oleh guru dan berpusat pada peserta didik (*student centered*) adalah model *problem based learning* (PBL). Penerapan pembelajaran dengan menggunakan PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Syam dan Efwinda, 2018), dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (Novellia, 2018). Model *PBL* yang digunakan diharapkan dapat menuntut peserta didik untuk menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah, dan mengembangkan mental berpikir yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21. Meskipun demikian, model PBL masih terdapat kekurangan sehingga harus diintegrasikan dengan pendekatan lainnya supaya mendapatkan hasil yang maksimal dalam pembelajaran. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan yaitu pendekatan *Science Technology Engineering Mathematics* (STEM). Pendekatan *STEM* merupakan cara yang efektif untuk memfasilitasi dan mempertahankan keterpaduan ilmu sains, teknologi, matematika, dan rekayasa (Estapa and Tank, 2017).

Upaya untuk memecahkan berbagai permasalahan dalam pembelajaran dengan model *PBL* terintegrasi *STEM* akan lebih optimal jika digabungkan dengan pembelajaran interdisipliner, dan menerapkannya pada *Educational for Sustainable Development* (ESD) yang dicetuskan oleh UNESCO. ESD yaitu pembelajaran yang bertujuan untuk mewujudkan pelajar agar aktif, kreatif juga memiliki keterampilan menyelesaikan masalah, saintifik, dan sosial literasi yang diperlukan untuk mengubah arah dan akan menjamin kesejahteraan lingkungan, ekonomi, dan sosial budaya di masa depan

(UNESCO, 2021). Pembelajaran dengan model PBL dan pendekatan STEM berbasis ESD yang digunakan, diharapkan dapat membuat peserta didik mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif terhadap pemecahan masalah dengan memperhatikan dampak yang akan ditimbulkan dari masalah tersebut dalam berbagai aspek dalam ESD.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 1 Talang Padang, beberapa peserta didik masih sulit memahami konsep dalam pembelajaran fisika pada topik usaha dan energi. Pembelajaran dengan model konvensional dimana guru memberikan pelajaran dengan metode diskusi, dan menggunakan PPT sebagai media pembelajaran yang dilakukan masih belum menimbulkan kemampuan berpikir kreatif pada peserta didik. Peserta didik dalam hal ini belum menerapkan indikator berpikir kreatif dalam memecahkan soal-soal pada proses pembelajaran, yang menyebabkan kemampuan berpikir kreatif pada peserta didik masih tergolong rendah. Topik usaha dan energi sangat erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari yang membuat peserta didik dapat menemukan masalah, memecahkan masalah, serta berpikir secara kreatif dengan konsep dan teori yang berhubungan.

Berdasarkan karakteristik lingkungan sekolah dalam penelitian yang berdekatan dengan sawah, walaupun sudah terdapat irigasi tetapi terkadang masih terjadi kekeringan yang membuat petani menjadi susah untuk mengairi sawahnya, sehingga peserta didik dapat memikirkan bagaimana solusi untuk membantu para petani tersebut agar tidak lagi kekurangan air dan juga menjadi salah satu sumber listrik di daerah persawahan yang dapat memudahkan para petani ketika sedang berada di sawah. Peserta didik dapat memecahkan masalah tersebut dengan memperhatikan dampak terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi yang berkelanjutan sesuai dengan karakteristik pembelajaran berbasis ESD. Hal ini juga sebagai upaya meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar peserta

didik. Oleh karena itu, dengan menggunakan model PBL dan pendekatan STEM berbasis ESD peserta didik dapat membuat produk sederhana dari barang-barang bekas yang ada di lingkungan sekitar yaitu pembuatan produk kincir air sederhana sebagai salah satu produk yang menerapkan konsep usaha dan energi untuk meningkatkan keterampilannya dalam berpikir kreatif.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, model PBL dengan pendekatan STEM yang berbasis ESD menjadi salah satu alternatif solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik usaha dan energi, sehingga telah dilakukan penelitian dengan judul “Implementasi PBL dengan Pendekatan STEM Berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* Pada Topik Usaha dan Energi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh PBL dengan pendekatan STEM berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik usaha dan energi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pengaruh PBL dengan pendekatan STEM berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik usaha dan energi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat digunakan guru sebagai masukan dalam kegiatan pembelajaran di kelas menggunakan PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
2. Dapat digunakan peserta didik untuk melatih meningkatkan kemampuan berpikir kreatif melalui PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD dan dapat meningkatkan prestasi belajar siswa.
3. Dapat digunakan peneliti untuk mengetahui kekurangan ketika mengimplementasikan PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD dalam proses pembelajaran, sehingga dapat diperbaiki pada proses pembelajaran selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah model PBL menurut Arends (2014) dengan sintaks orientasi, organisasi, investigasi, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.
2. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang terdiri dari empat aspek yang saling berhubungan, dan mampu menciptakan pembelajaran yang aktif.
3. Indikator kemampuan berpikir kreatif yang digunakan adalah menurut Baer (1993), yaitu *fluency, flexibility, originaliy, dan elaboration*.
4. Pembelajaran pada penelitian ini berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* .
5. Materi yang digunakan pada proses pembelajaran adalah materi usaha dan energi kelas X semester 2 pada KD 3.9 dan KD 4.9.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 *Problem Based Learning (PBL)*

Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan teori belajar konstruktivisme Piaget dan Vygotsky, hal ini sesuai dengan pernyataan Levin (2001) bahwa model PBL konsisten dengan teori pembelajaran konstruktivis yang berfungsi sebagai dasar bagi banyak program pendidikan. PBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah dalam dunia nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang berfikir kreatif dan kemampuan menyelesaikan masalah, serta memperoleh pengetahuan yang esensi dari mata pelajaran (Komalasari, 2013). PBL mampu melibatkan peserta didik secara keseluruhan dalam proses pembelajaran sehingga membantu peserta didik untuk lebih berpikir secara aktif, kreatif, dan bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan untuk menemukan cara pemecahan masalah (Pradnyana dkk., 2013).

Menurut Arends (2014) PBL adalah suatu model pembelajaran dimana peserta didik dihadapkan dengan suatu permasalahan nyata sehingga diharapkan mereka dapat menyusun pengetahuannya sendiri, menumbuhkan kembangkan keterampilan tingkat tinggi, memandirikan peserta didik, dan meningkatkan kepercayaan dirinya. Peserta didik banyak terlibat secara aktif dan dibebaskan untuk berpikir kreatif dan berpartisipasi dalam

mengembangkan penalarannya tersebut untuk menyelesaikan permasalahan nyata yang dihadapinya dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Arends (2014) sintaks pada pembelajaran PBL terdiri dari 5 fase yang dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PBL

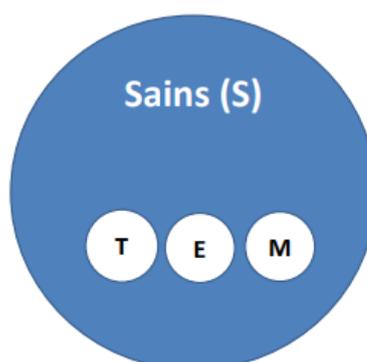
No. (1)	Fase (2)	Perilaku Guru (3)
1	Memberikan orientasi permasalahan kepada siswa	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, mendeskripsikan berbagai kebutuhan logistik yang penting dan memberikan motivasi kepada siswa untuk terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah.
2	Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengatur tugas belajar yang diberikan berkaitan dengan permasalahan
3	Membantu melakukan investigasi kepada siswa secara individu dan kelompok	Guru mendorong peserta didik untuk berkumpul dan melakukan penyelidikan, mencari informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen (praktek), dan mencari penjelasan beserta solusinya
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai dengan permasalahan, seperti membuat laporan, rekaman video, dan model-model yang membantu siswa untuk menyampaikannya kepada orang lain
5	Menganalisis dan mengevaluasi permasalahan	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap investigasinya dan proses-proses yang siswa gunakan

Pembelajaran fisika dengan menggunakan model PBL dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan. Model PBL juga dapat mendorong peserta didik untuk memilih cara pada proses pemecahan masalah yang akan berdampak pada kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

2.1.2 Pendekatan STEM

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. Menurut Sanders *et al* (2011) STEM adalah pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu. Torlakson *and* Bonilla (2014) menyatakan bahwa empat aspek dalam STEM merupakan pasangan yang serasi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan STEM mampu menciptakan pembelajaran secara kohesif dan aktif karena keempat aspek ini dibutuhkan secara bersamaan dalam penyelesaian suatu masalah. Solusi yang diberikan dalam penyelesaian masalah tersebut menunjukkan bahwa peserta didik mampu untuk menyatukan konsep-konsep dari setiap aspek.

Salah satu pola perpaduan yang dapat dilakukan tanpa merubah struktur kurikulum pendidikan di Indonesia menurut (Roberts, 2012) adalah memadukan konten *engineering*, teknologi, dan matematika, ke dalam pembelajaran sains sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pendidikan Sains Berbasis STEM.

Tujuan pembelajaran dasar pendidikan STEM dengan mempertimbangkan domain kognitif adalah untuk membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan konten untuk satu atau lebih disiplin ilmu dalam STEM.

Misalnya pada pendekatan umum dalam STEM adalah menggunakan desain teknik untuk membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan matematika dan sains (Guzey et al., 2014). Tujuan pembelajaran umum lainnya dalam STEM adalah untuk mengembangkan keterampilan yang melampaui dari satu disiplin ilmu. Dalam perspektif ini, serangkaian proses pembelajaran yang berfokus pada STEM melaksanakan tugas pembelajaran yang ditempatkan dalam konteks situasi yang rumit sehingga mengharuskan peserta didik menerapkan pengetahuan dan berbagai disiplin ilmu (Moore and Smith, 2014).

Implementasi pendidikan STEM pada jenjang pendidikan menengah perlu menantang peserta didik untuk melakukan tugas-tugas rekayasa otentik sebagai komplemen dari pembelajaran sains, melalui kegiatan-kegiatan proyek yang mengintegrasikan sains, *engineering*, teknologi, dan matematika (Bybee, 2013). Pembelajaran dengan pendekatan STEM mampu meningkatkan kreativitas dan kemampuan akademik peserta didik dimana peserta didik mampu bertanya, dan menerapkan pengetahuan yang didapat melalui desain produk yang dibuat oleh peserta didik. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Büyükdede and Tanel, 2019) bahwa pembelajaran STEM mampu menghasilkan kemampuan akademik yang lebih tinggi. Namun menurut Guzey et al (2017) hanya dengan menambahkan proses *engineering* dalam pembelajaran sains belum dikatakan dapat mendukung pembelajaran dengan baik, melaksanakan pembelajaran yang bermakna menghubungkan konsep sains dan praktik teknik merupakan hal yang penting untuk menghasilkan hasil siswa yang positif .

Aktivitas STEM dicapai melalui kerangka kerja seperti pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis inkuiri, dan pembelajaran berbasis masalah, yang melibatkan peserta didik melalui proses ilmiah (Gyasi et al., 2021). Peserta didik diarahkan untuk mengenal proses rekayasa dan desain , yang dimulai dengan mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah, melakukan penyidikan, kemudian mereka mengembangkan sejumlah solusi

untuk mendesain prototipenya. Selanjutnya peserta didik dilibatkan dalam pengujian prototipe, mengevaluasi desain, dan melakukan perbaikan dengan mendesain ulang produknya. Aktivitas ini akan menuntun peserta didik untuk menumbuhkan keterampilan sosial, kolaboratif, kerja tim, dan kepemimpinan. Selain itu, peserta didik dapat melakukan aktivitas berpikir dan berkreasi melalui proses investigasi secara kreatif sehingga proses ini menjadi bagian dari proses ilmiah dan pembelajaran bagi mereka.

Adapun definisi empat disiplin ilmu pendekatan STEM menurut Asmuniv (2015) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Definisi Literasi STEM

Aspek (1)	Definisi (2)
<i>Science</i>	Literasi Ilmiah : Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia dan alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
<i>Technology</i>	Literasi Teknologi : Pengetahuan bagaimana teknologi dapat dikembangkan dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa, dan dunia.
<i>Engineering</i>	Literasi Desain : Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa/desain menggunakan tema pelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan beberapa mata pelajaran berbeda (interdisiplines)
<i>Mathematics</i>	Literasi Matematika : Kumpulan dalam menganalisis, dan mengkomunikasikan solusi terkait masalah matematika dalam menerapkan situasi berbeda.

Literasi STEM dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuannya, memahami persaingan dalam dunia nyata

yang membutuhkan penerapan dari empat bidang ilmu yang saling berhubungan (Afriana dkk., 2016). Dengan menggunakan pendekatan STEM yang didukung dengan model pembelajaran PBL berbasis ESD, peserta didik akan lebih aktif dalam mengembangkan keterampilannya dari berbagai aspek, tidak hanya dari satu aspek saja.

2.1.3 Kemampuan Berpikir Kreatif

Pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik untuk memiliki kecakapan atau keterampilan yang salah satunya adalah *creative thinking* atau berpikir kreatif. Kemampuan berpikir kreatif peserta didik akan berkembang dengan sendirinya apabila suasana pembelajaran tidak otoriter dan peserta didik diberi kesempatan untuk bekerja sesuai dengan minat serta kebutuhannya. Hal ini dikarenakan guru menaruh kepercayaan terhadap kemampuan peserta didik untuk berpikir dan berani mengemukakan gagasan baru (Purwaningrum, 2016).

Kemampuan berpikir kreatif bukan hanya menciptakan dari sebuah ketiadaan, akan tetapi kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru dengan menggabungkan, mengubah, atau menerapkan kembali ide-ide yang sudah ada (Harris and Bruin, 2018). Terdapat beberapa tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif dalam pembelajaran sains yaitu *fluency*, *flexibility*, dan *originality* (Alrubaie and Daniel, 2014). Guilford (2000) menggambarkan kemampuan berpikir kreatif yaitu *fluency* merupakan kemampuan menghasilkan banyak ide, *flexibility* yaitu kemampuan untuk melihat pertanyaan atau topik dari berbagai perspektif, dan *originality* yaitu sebagai inti dari kemampuan berpikir kreatif yang menghasilkan penyelesaian masalah yang baru dan tidak terduga.

Melalui kemampuan berpikir kreatif, peserta didik dituntut untuk dapat memahami, menguasai dan memecahkan permasalahan yang sedang

dihadapinya. Dalam memecahkan suatu permasalahan, peserta didik diharapkan dapat mengemukakan ide-ide atau solusi baru yang kreatif dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan tersebut sehingga dapat diperoleh penyelesaian yang tepat atas permasalahan tersebut. Namun, cara-cara penyelesaian peserta didik dalam mengekspresikan ide-ide atau solusi baru tentunya berbeda-beda. Hal tersebut dikarenakan kemampuan yang dimiliki oleh setiap peserta didik juga berbeda-beda. Indikator-indikator kemampuan berpikir kreatif disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Kemampuan Berpikir

Aspek	Indikator
<i>Fluency</i> (berpikir lancar)	<ul style="list-style-type: none"> - Kemampuan mencetuskan banyak ide, jawaban/pertanyaan - Memberikan saran untuk melakukan berbagai hal
<i>Flexibility</i> (berpikir luwes)	<ul style="list-style-type: none"> - Memikirkan lebih dari satu jawaban - Mampu membangkitkan ide, jawaban/pertanyaan yang bervariasi - Melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda - Mencari banyak alternative penyelesaian yang berbeda
<i>Originality</i> (berpikir orisinal)	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu mengubah cara berpikir - Keterampilan untuk melahirkan gagasan-gagasan baru - Memikirkan cara-cara untuk mengekspresikan diri - Membuat kombinasi unsur-unsur yang tidak biasa
<i>Elaboration</i> (berpikir merinci)	<ul style="list-style-type: none"> - Keterampilan mengembangkan ide - Menambahkan atau menspesifikkan secara detail suatu objek, ide, atau situasi menjadi lebih menarik.

Melalui indikator berpikir kreatif menurut Baer (1993) yang telah dijabarkan, peserta didik dapat dikatakan memiliki kemampuan berpikir kreatif apabila telah memenuhi indikator-indikator tersebut. Indikator-indikator tersebut akan dijadikan tolak ukur peserta didik apakah sudah memiliki kemampuan berpikir kreatif pada saat menyelesaikan permasalahan dalam pembelajaran fisika. Hal ini menunjukkan bahwa

dengan adanya kreativitas peserta didik dalam pembelajaran fisika, diharapkan peserta didik dengan berani dapat menyelesaikan persoalan yang diberikan guru dengan menggunakan caranya sendiri. Peserta didik mampu membuat beberapa alternatif jawaban, sehingga dapat menyelesaikan persoalan tersebut dengan solusi yang tepat.

2.1.4 *Education for Sustainable Development (ESD)*

Pada tahun 2002 di Johannesburg, UNESCO resmi mengenalkan konsep *Education for Sustainable Development (ESD)* di dalam pendidikan sebagai pendekatan dalam pembelajaran yang mendukung pembangunan berkelanjutan. Pendidikan untuk keberlanjutan (ESD) adalah proses belajar sepanjang hayat yang bertujuan untuk menginformasikan dan melibatkan penduduk agar kreatif dan juga memiliki keterampilan menyelesaikan masalah, saintifik, dan sosial literasi, lalu berkomitmen untuk terikat pada tanggung jawab pribadi dan kelompok (UNESCO, 2017). Pembelajaran dengan konteks ESD akan mengarahkan peserta didik untuk belajar mengajukan pertanyaan yang kritis, belajar memperjelas nilai-nilai seseorang, belajar untuk membayangkan masa depan yang lebih positif dan berkelanjutan, belajar berpikir sistematis, dan lainnya (Tilbury, 2011). Diharapkan peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan yang nyata dalam pembelajaran dengan memperhatikan dampak bagi lingkungan, sosial, dan ekonomi.

ESD merupakan upaya memberikan pendidikan dan pengetahuan supaya peserta didik dapat memanfaatkan alam sekaligus melestarikannya. ESD dirancang untuk mewujudkan kepribadian holistik, cinta lingkungan yang dirasakan dan diterapkan orang dalam kehidupan ramah lingkungan setiap hari. Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan diharapkan dapat mengubah paradigma dan perilaku seluruh masyarakat untuk berpartisipasi dalam pelaksanaannya. Empat pilar pembangunan berkelanjutan tersebut

antara lain membangun ketahanan ekonomi yang berkeadilan dan berkelanjutan, serta melestarikan lingkungan dan masyarakat untuk melestarikan keanekaragaman budaya (Daryono dkk, 2016).

ESD dalam agenda 21 oleh UNCED di 28 Rio de Janeiro, Brazil tahun 1992, merupakan reorientasi kurikulum yang terjadi di beberapa negara (Spangenberg *et al.*, 2002). Pendidikan ini mendorong kaum muda untuk menjadi warga negara yang bertanggung jawab dalam promosi pembangunan berkelanjutan di dunia. Filosofi ESD terutama bersifat interdisipliner. Hal ini sejalan dengan rekomendasi Ikatan Guru IPA Nasional bahwa pendidik IPA harus dibekali untuk mengembangkan ilmu-ilmu tematik, terpadu, dan interdisipliner.

Penggunaan interdisipliner dalam pembelajaran berbasis ESD pada mata pelajaran fisika dapat mendorong pemahaman peserta didik tentang keberlanjutan (Eli *et al.*, 2020). ESD dapat diaplikasikan ke dalam praktek pedagogis dan mengarahkan peserta didik pada tanggung jawab mereka yang lebih besar untuk menciptakan masa depan yang berkelanjutan. Hal ini data memungkinkan peserta didik memikirkan tentang permasalahan-permasalahan yang terjadi secara berkelanjutan. Untuk beralih ke masa depan yang berkelanjutan, guru perlu memikirkan kembali apa, dimana dan bagaimana peserta didik belajar untuk mengembangkan pengetahuan, keterampilan, nilai dan sikap yang memungkinkan untuk membuat informasi keputusan dan mengambil tindakan individu dan kolektif pada lokal, urgensi nasional dan global (UNESCO, 2020).

Kontribusi ESD dalam pembelajaran yaitu untuk mengembangkan kemampuan dan kepercayaan diri peserta didik. Peserta didik belajar beradaptasi dengan situasi kompleks yang berkembang dan mengembangkan keterampilan tingkat tinggi, keterampilan memecahkan masalah, dan nilai-nilai untuk pembangunan berkelanjutan. Keberlanjutan bukan hanya tentang lingkungan, tetapi terutama tentang penyesuaian antara

kelestarian lingkungan dan pembangunan manusia. Peserta didik yang mengikuti pembelajaran berbasis ESD diharapkan akan menjadi perhatian terhadap isu-isu global, belajar bertindak sebagai warga negara yang bertanggungjawab secara lokal dan global. ESD juga menginspirasi peserta didik untuk menciptakan solusi untuk masa depan (Laurie et al., 2016).

Langkah-langkah pembelajaran berbasis ESD menurut (Amran dkk., 2018) adalah : 1) mengumpulkan studi kasus yang berkaitan dengan isu permasalahan lingkungan/masyarakat yang berhubungan dengan materi pembelajaran; 2) merembukkan lebih lanjut terkait isu permasalahan dengan menyediakan alternatif solusi; 3) menganalisis dan menyelidiki alternatif solusi atas permasalahan yang diberikan; 4) mengkomunikasikan alternatif solusi dihadapan guru dan masyarakat; 5) menerapkan solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Penggunaan konsep pembelajaran fisika berbasis ESD diharapkan peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan yang nyata dengan memperhatikan dampak terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi. Hal ini juga sebagai upaya meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar peserta didik.

2.1.5 Teori *Problem Solving*

Model PBL tidak terlepas dari *problem solving*. *Problem solving* merupakan strategi dalam pembelajaran yang menjadikan masalah sebagai isu utamanya. Ditinjau dari segi unsurnya, masalah dibedakan menjadi dua yaitu *well-structured* dan *ill-structured*. Masalah terstruktur atau *well-structured* adalah masalah yang dapat diselesaikan secara langsung karena unsur-unsur yang disajikan dalam masalah sudah lengkap, sedangkan masalah tidak terstruktur (*ill-structured*) merupakan masalah yang tidak

dapat diselesaikan secara langsung dikarenakan unsur-unsur dalam masalah tidak disajikan secara jelas.

Menurut Jonassen (1997) *Ill-structured problems* didefinisikan sebagai suatu masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, sehingga masalah ini biasanya menimbulkan beberapa pilihan. *Ill-structured problems* tidak hanya dibatasi oleh domain konten yang dipelajari di kelas, sehingga solusi yang diberikan tidak konvergen. Masalah ini juga memungkinkan memerlukan integrasi beberapa domain konten yang mempunyai banyak alternatif pemecahan masalah (Abdillah, 2017).

Abdillah, dkk (2016) berpendapat bahwa dalam menjelajahi pengambilan keputusan seseorang akan memerlukan sebuah teori sebagai panduan. Keputusan siswa dalam memilih beberapa pilihan yang dibuat adalah tindakan alternatif dari serangkaian tindakan atau strategi yang dibuat siswa. Tindakan tersebut dapat dilakukan secara intuitif, analitik atau interaktif. Namun, karena masalah ini terletak dalam praktek kehidupan sehari-hari, sehingga jauh lebih menarik dan bermakna bagi peserta didik untuk mendefinisikan masalah dan menentukan apakah informasi dan keterampilan yang diperlukan untuk membantu mengatasi masalah yang dihadapi.

2.1.6 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme menurut Piaget (1971) adalah sistem penjelasan tentang bagaimana peserta didik sebagai individu dapat beradaptasi dan memperbaiki pengetahuan. Epistemologi konstruktivis mengasumsikan bahwa peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri berdasarkan interaksi dengan lingkungan sekitar mereka. Empat asumsi epistemologi merupakan inti dari pembelajaran konstruktivis, yang pertama yaitu, pengetahuan secara fisika dibangun oleh peserta didik yang terlibat dalam pembelajaran aktif. Kedua, pengetahuan secara simbolis dikonstruksi oleh peserta didik yang membuat

representasi tindakan mereka sendiri. Ketiga, pengetahuan dibangun secara sosial oleh peserta didik yang menyampaikan makna mereka kepada orang lain; dan yang terakhir adalah pengetahuan secara teori dikonstruksi oleh peserta didik yang mencoba menjelaskan hal-hal yang tidak sepenuhnya mereka pahami (Singh *and* Yaduvanshi, 2015).

Teori belajar konstruktivisme adalah sebuah teori yang memberikan kebebasan terhadap manusia yang ingin belajar atau mencari kebutuhannya dengan kemampuan menemukan keinginan atau kebutuhannya tersebut dengan fasilitas orang lain, sehingga teori ini memberikan keaktifan kepada manusia untuk belajar menemukan sendiri kompetensi, pengetahuan, atau teknologi dan hal lain yang diperlukan guna mengembangkan dirinya sendiri (Rangkuti, 2014).

Teori konstruktivisme menekankan peserta didik untuk membangun pengetahuannya dari pengalaman yang didapatkan. Teori ini sesuai dengan pembelajaran fisika yang menekankan pada proses pemecahan masalah dimana peserta didik dituntut untuk kreatif dan aktif terlibat dalam proses pembelajaran.

2.1.7 Teori Vygotsky

Subjek pada pembelajaran akan berdampak pada proses pembelajaran, dan juga setiap disiplin ilmu memiliki metode pembelajaran masing-masing sesuai dengan teori (Vygotsky, 1986). Pembelajaran konstruktivisme adalah menghasilkan individu atau peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir untuk menyelesaikan setiap persoalan yang dihadapi (Elma, 2018). Salah satu prinsip yang dikemukakan dalam teori Vygotsky yaitu daerah antar tingkat perkembangan atau kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah secara mandiri dan tingkat kemampuan memecahkan masalah dibawah bimbingan orang dewasa yang lebih mengerti atau disebut

dengan *zone of proximal*. Vygotsky dalam teorinya menjelaskan bahwa pembelajaran terjadi apabila peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan yang terlalu sulit tetapi peserta didik tersebut dapat menyelesaikannya dengan bantuan yang lebih mampu (Anidar, 2017).

Penekanan Vygotsky pada *zone of proximal* yaitu menekankan arti penting dari pengaruh sosial, terutama pengaruh bagaimana cara mengajar terhadap perkembangan kognitif peserta didik. Pembelajaran harus mengkonstruksi peserta didik untuk aktif berinteraksi dengan masing-masing individu dan aktif berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya (Beaty and Silvia, 2012). Interaksi-interaksi yang terjadi tersebut dapat membantu peserta didik dalam memecahkan permasalahannya dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

2.1.8 Pemetaan Materi Usaha dan Energi

Pada penelitian ini menggunakan KD 3.9 Menganalisis konsep energi, usaha (kerja), hubungan usaha dan perubahan energi, hukum kekekalan energi, serta penerapannya dalam peristiwa sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pemetaan Materi Usaha dan Energi

Aspek STEM (1)	Materi (2)
<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> - (Faktual) Pemanfaatan energi air - (Konseptual) Energi, energi potensial, energi kinetik, hukum kekekalan energi, dan perubahan energi. - (Prosedural) Membuat rancangan kincir air sederhana
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan laptop untuk menampilkan PPT dan video pembelajaran - Pembuatan produk kincir air sederhana - Pemanfaatan internet untuk mengakses informasi terkait materi energy

Aspek STEM (1)	Materi (2)
<i>Engineering</i>	- Pembuatan rancangan desain kincir air sederhana - Pembuatan kincir air sederhana - Uji coba pada kincir air sederhana
<i>Mathematics</i>	- Menuliskan persamaan energi potensial, energi kinetik, dan hukum kekekalan energy

2.2 Penelitian Yang Relevan

Adapun hasil penelitian yang relevan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penelitian yang Relevan

No. (1)	Nama Peneliti, Tahun, Nama Jurnal (2)	Judul Penelitian (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	(Abdurrahman. Nurulsari, N., Maulina, H., & Ariyani, F. 2019) <i>Journal for the Education of Gifted Young Scientist</i>)	<i>Design and validation of inquiry-based STEM learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gift students facing 21st century challenging.</i>	Pendekatan pembelajaran STEM lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa dalam memahami konsep fisika dari pada siswa yang diajar menggunakan pendekatan saintifik
2.	(Rahayu, S., Abdurrahman, & Suana, W. 2022). <i>Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika</i>)	Implementasi PBL Terintegrasi STEM dengan <i>Flipped Classroom</i> untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Topik Usaha dan Energi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran PBL terintegrasi STEM dengan strategi flipped classroom dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa dibandingkan dengan pembelajaran PBL dengan pendekatan saintifik.

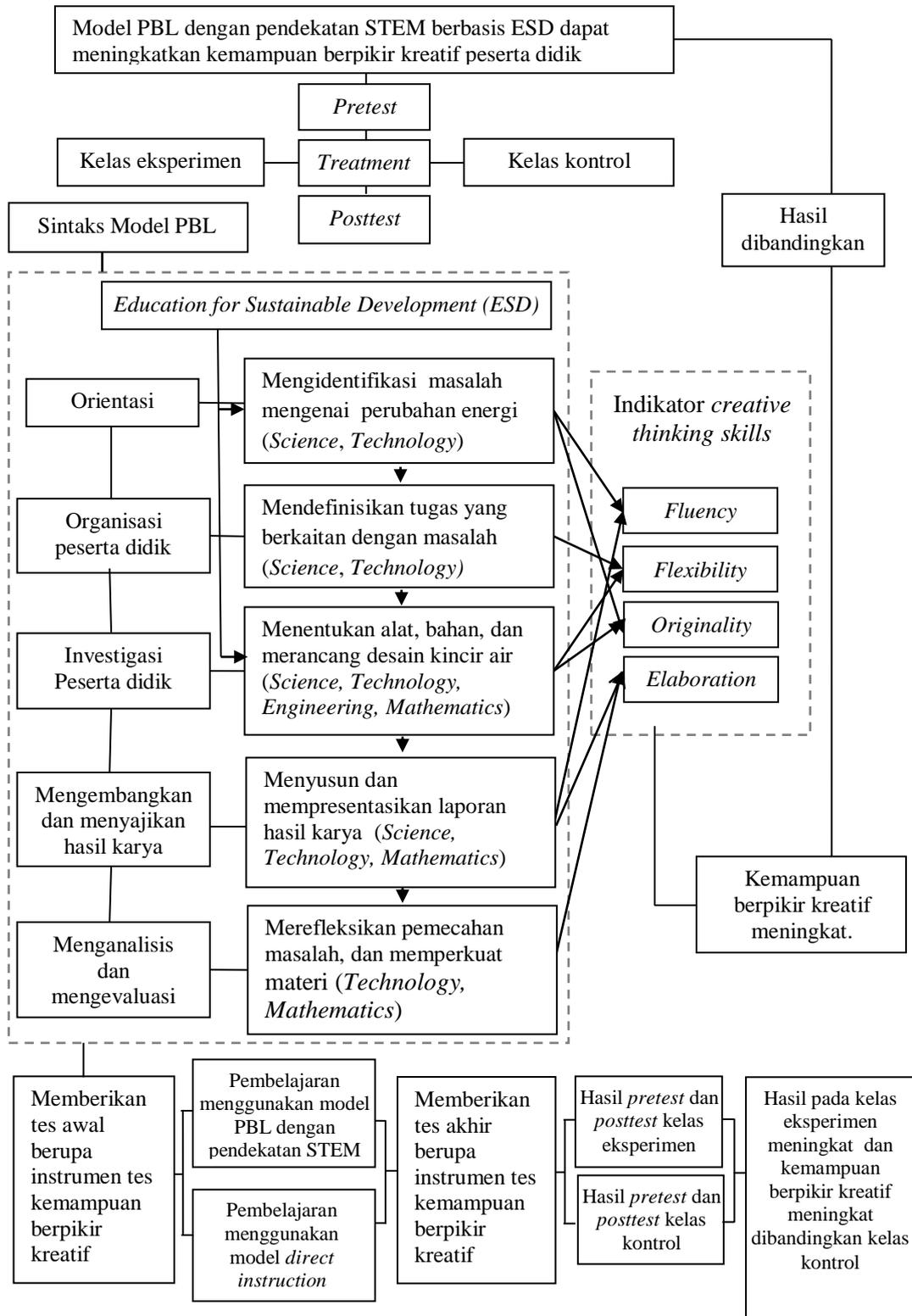
(1)	(2)	(3)	(4)
3.	(Elizabeth & Sigahitong, 2018) Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram	Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif secara signifikan antara peserta didik yang belajar menggunakan model PBL dengan peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran ekspositori. Peserta didik yang belajar menggunakan model PBL menunjukkan kemampuan berpikir kreatif yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran ekspositori.
4.	(Dwita, D. P., Madlazim, & E. Hariyono, 2021). <i>International Journal of Recent Educational Research</i>	<i>The Effectiveness of Science Learning Tools Based on Education Sustainable Development (ESD) to Improve Problem-Solving Skills</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah siswa dapat ditingkatkan dengan pembelajaran ESD pada materi tekanan cair (Hukum Archimedes dan Hukum Bernoulli)

2.3 Kerangka Pemikiran

Peserta didik saat ini dituntut untuk mempersiapkan diri agar bisa berkembang dengan berbagai kemampuan dan keterampilan tingkat tinggi agar dapat bersaing secara global. Salah satu kompetensi yang harus dimiliki peserta didik dalam bersaing pada abad 21 yaitu kemampuan berpikir kreatif. Indikator-indikator berpikir kreatif yang terdiri dari empat indikator yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* belum sepenuhnya diterapkan dalam pembelajaran terutama pada pembelajaran fisika.

Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM diharapkan dapat menstimulus siswa agar memiliki kemampuan berpikir kreatif. Pada pembelajaran fisika materi usaha energi masih bersifat transfer ilmu pengetahuan, sehingga kurang optimal untuk melatih kemampuan berpikir kreatif (*creative thinking skills*) peserta didik. Pelaksanaan pembelajaran model PBL dengan pendekatan STEM yang memfasilitasi metode pemecahan masalah dengan menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika yang didukung dengan *Education for Sustainable Development* (ESD) dimana peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan nyata dengan memikirkan dampak pada alam dan lingkungan sekitarnya. Lingkungan sekolah yang terdapat banyak sawah dan irigasi yang cukup dapat mendukung peserta didik untuk memahami dan menerapkan aspek-aspek ESD agar terciptanya pendidikan yang berkelanjutan.

Dalam proses pembelajaran peserta didik tidak hanya mengetahui informasi saja, tetapi juga dapat mengetahui bagaimana teknologi yang dapat dikembangkan dengan pengetahuan yang diperolehnya tersebut, dan bagaimana hasil rekayasa dan matematika dari pengetahuan tersebut. Penerapannya, peserta didik akan membuat produk akhir yaitu kincir air sederhana yang dibuat dari barang-barang bekas sesuai dengan konteks ESD. Harapannya peserta didik dapat membantu para petani untuk mengurangi kekeringan di sawah dan juga dapat menciptakan salah satu sumber listrik di daerah persawahan untuk lingkungan yang berkelanjutan. Berikut bagan kerangka pemikiran yang akan dilakukan dalam penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagan Kerangka Pemikiran.

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar dalam penelitian ini berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir yaitu:

1. Kemampuan awal kelas eksperimen dan kelas kontrol dianggap sama.
2. Faktor-faktor di luar penelitian diabaikan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini yaitu:

H_0 : Tidak ada perbedaan kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara kelas yang menggunakan *PBL* dengan pendekatan *STEM* berbasis *ESD* dengan kelas konvensional pada topik usaha dan energi.

H_1 : Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara kelas yang menggunakan *PBL* dengan pendekatan *STEM* berbasis *ESD* dengan kelas konvensional pada topik usaha dan energy.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester genap Tahun Ajaran 2022/2023 di SMAN 1 Talang Padang alamat Jl. Banjarsari Talang Padang, Kab. Tanggamus, Lampung 35377.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini yaitu peserta didik kelas X SMAN 1 Talang Padang pada semester genap Tahun Ajaran 2022/2023. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan membandingkan rata-rata hasil belajar peserta didik pada kelas X. Penelitian ini akan menggunakan dua kelas yaitu kelas X-H sebagai kelas eksperimen dengan menggunakan PBL STEM dan kelas X-I sebagai kelas kontrol menggunakan model *Direct Instruction*.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri atas dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu Implementasi PBL

dengan pendekatan STEM, variabel terikatnya yaitu hasil belajar kemampuan berpikir kreatif.

3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen. Penelitian kuantitatif eksperimen adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan metode *quasi experimental* dengan desain penelitian *pretest posttest control group design*, yaitu satu kelompok eksperimen diberikan perlakuan tertentu dan satu kelompok lain dijadikan kelompok kontrol. Secara umum desain penelitian yang akan digunakan digambarkan pada Tabel 6 .

Tabel 6. Desain Eksperimen *Pretest Posttest Control Group Design*

O1	X1	O2
Melakukan pretest	Memberikan instrumen tes berupa soal uraian	Memberikan posttest
Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan hasil <i>mean</i> pada <i>pretest</i> sebesar 36,64 dan tidak ada perbedaan kemampuan awal pada peserta didik.	<ol style="list-style-type: none"> Orientasi (pendahuluan), guru membuka pembelajaran lalu menampilkan video <i>youtube</i> mengenai fenomena usaha dan perubahan energi. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok, lalu membagikan LKPD topik usaha dan energi. Membantu melakukan investigasi kepada peserta didik secara individu dan kelompok, kegiatan peserta didik menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam membuat produk, merancang desain produk, membimbing peserta didik dalam 	Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan hasil <i>mean</i> pada <i>posttest</i> sebesar 63,93 dan terdapat kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

	<p>membuat produk, dan uji coba produk kincir air sederhana.</p> <p>4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya kegiatan peserta didik menyusun laporan hasil karya secara tertulis dalam LKPD dan video melalui <i>youtube</i> untuk dipresentasikan, dan memilih perwakilan untuk mempresentasikan hasil karya.</p> <p>5. Menganalisis dan mengevaluasi permasalahan, kegiatan merefleksikan proses pemecahan masalah, membimbing peserta didik memperbaiki laporan, dan memperkuat materi pembelajaran usaha dan energi melalui <i>PPT</i>.</p>	
O3	X2	O4
Melakukan pretest	Memberikan instrumen tes berupa soal uraian	Melakukan posttest
<p>Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan hasil mean pada pretest sebesar 33,20 dan tidak ada perbedaan kemampuan awal pada peserta didik.</p>	<p>1. Orientasi, membuka pembelajaran, meninjau pembelajaran sebelumnya, menyajikan tujuan pembelajaran, dan menyajikan video terkait perubahan energi.</p> <p>2. Presentasi, membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok, menjelaskan konsep usaha dan energi, memmbimbing peserta didik memberikan contoh fenomena pada konsep usaha dan energi.</p> <p>3. Praktik yang terstruktur, membimbing peserta didik untuk menerapkan konsep perubahan energi dalam penyelesaian masalah.</p> <p>4. Praktik dibawah bimbingan guru, membimbing peserta didik untuk memahami prinsip kerja kincir air, dan menyusun laporan atas hasil pemecahan masalah.</p>	<p>Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan hasil mean pada posttest sebesar 48,91 dan terdapat kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen.</p>

-
5. Latihan mandiri, peserta didik memecahkan permasalahan secara mandiri, guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan pada pembelajaran usaha dan energi.
-

Keterangan :

O₁ : *Pretest* pada kelas eksperimen

O₂ : *Posttest* pada kelas eksperimen

O₃ : *Pretest* pada kelas kontrol

O₄ : *Posttest* pada kelas kontrol

X₁ : Perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran *PBL* dengan pendekatan *STEM*

X₂ : Perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

1. Tahap persiapan

Adapun kegiatan pada tahap ini yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti meminta izin untuk melakukan penelitian di SMAN 1 Talang Padang.
- b. Peneliti melakukan wawancara dengan pendidik fisika SMAN 1 Talang Padang.
- c. Peneliti menentukan sampel penelitian.
- d. Peneliti menyusun RPP dan instrumen yang akan digunakan dalam penelitian.

2. Tahap pelaksanaan

Adapun kegiatan yang telah dilaksanakan pada tahap pelaksanaan, yaitu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1. Peneliti mengukur kemampuan berpikir kreatif awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .	1. Peneliti mengukur kemampuan berpikir kreatif awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .
2. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) STEM yang berbasis <i>Education for Sustainable Development</i> (ESD).	2. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan model <i>Direct Instruction</i> .
3. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik	3. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.

3. Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir yaitu:

- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik serta instrumen pendukung lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data dan selanjutnya menyusun laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat ukur yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data mengenai objek yang digunakan untuk menjawab persoalan. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu

instrumen pengukuran kemampuan berpikir kreatif peserta didik berupa lembar tes soal uraian yang digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* .

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen dipakai dalam sampel, instrumen harus diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas dengan menggunakan program IBM SPSS Statistics 25.

1. Uji validitas

Uji validitas ini dilakukan untuk meneliti validnya suatu data yang akan diteliti dengan menggunakan SPSS versi 25.0 metode *pearson correlation*. Untuk menguji validitas instrument soal tes kemampuan berpikir kreatif digunakan rumus korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh Pearson dengan rumus:

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

Keterangan:

r : koefisien korelasi pearson

N : Jumlah siswa yang dites

\sum_{XY} :Jumlah (skor item nomor x skor total)

$\sum X$: Jumlah skor item nomor

$\sum Y$: Jumlah skor total

$\sum X^2$: Jumlah kuadrat skor item

$\sum Y^2$: Jumlah kuadrat skor total

Valid atau tidaknya data dapat dilihat berdasarkan kategori berikut.

- $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ taraf signifikan (% =0,05) instrument valid.
- $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrument tersebut tidak valid.

Koefisien validitas seperti di bawah ini.

Koefisien Korelasi r 0,80 sampai 1,00 berarti sangat tinggi

Koefisien Korelasi r 0,60 sampai 0,80 berarti tinggi
 Koefisien Korelasi r 0,40 sampai 0,60 berarti cukup
 Koefisien Korelasi r 0,20 sampai 0,40 berarti rendah
 Koefisien Korelasi r 0,00 sampai 0,20 berarti sangat rendah

Uji validitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 25.0. Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes penguasaan konsep pada materi usaha dan energi yang dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Validitas Instrumen Penguasaan Konsep Materi Usaha dan Energi

No. Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan
1	0,443	Valid
2	0,446	Valid
3	0,573	Valid
4	0,575	Valid
5	0,429	Valid
6	0,705	Valid
7	0,478	Valid
8	0,537	Valid
9	0,468	Valid
10	0,477	Valid

Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} sebesar 0,349. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen kemampuan berpikir kreatif pada materi usaha dan energi diketahui bahwa dari 10 butir soal dinyatakan valid dengan nilai $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$.

2. Uji reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk melihat apakah data terdistribusi reliabel atau tidak saat data digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama dapat menghasilkan data yang sama. Untuk mencari reliabelnya data yaitu dengan menggunakan rumus alpha, yaitu:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \delta_i^2}{\delta_i^2} \right)$$

Keterangan :

r_{11} : reliabilitas yang dicari

n : jumlah item pertanyaan

$\sum \delta_i^2$: jumlah varian skor tiap item

δ_t^2 : varian soal

Kriteria nilai alpha diinterpretasikan sebagai berikut.

Nilai Alpha Cronbach's 0,81 sampai dengan 1,00 berarti sangat reliabel.

Nilai Alpha Cronbach's 0,61 sampai dengan 0,80 berarti reliabel.

Nilai Alpha Cronbach's 0,41 sampai dengan 0,60 berarti cukup reliabel.

Nilai Alpha Cronbach's 0,21 sampai dengan 0,40 berarti agak reliable

Nilai Alpha Cronbach's 0,00 sampai dengan 0,20 berarti kurang reliabel.

Uji reliabilitas pada penelitian ini dilakukan terhadap 32 responden dengan 10 butir soal menggunakan metode Cronbach's Alpha. Berdasarkan hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen soal kemampuan berpikir kreatif pada materi usaha dan energy diperoleh angka sebesar 0,679 yang artinya reliabel.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data hasil belajar peserta didik melalui tes. Pemberian *pretest* diberikan kepada seluruh peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum kegiatan pembelajaran dilakukan. Pemberian *posttest* diberikan kepada seluruh peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan setelah pembelajaran. Berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* selanjutnya akan diperoleh nilai rata-rata N-gain. Tes yang diberikan kepada peserta didik berbentuk soal yang sama dan tes ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dengan pendekatan *STEM* menggunakan model pembelajaran PBL berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* pada kelas

eksperimen dan pembelajaran dengan model *Direct Instruction* pada kelas kontrol. Penilaian pada tes dengan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai hasil belajar} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil belajar peserta didik dilihat dari kriteria berikut.

≥ 80 = baik sekali

66–79 = baik

56–65 = cukup baik

40–45 = kurang

≤ 40 = kurang sekali

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

1. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kreatif yang kemudian data tersebut dianalisis menggunakan *N-gain* untuk mengetahui perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk mengetahui hal tersebut menggunakan rumus berikut ini.

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

Hasil perhitungan *N-gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi N-Gain

Rata-rata gain Ternormalisasi	Klasifikasi
$(g) \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$(g) < 0,30$	Rendah

(Meltzer, 2002)

2. Pengujian Hipotesis

Syarat untuk melakukan pengujian yang lebih lanjut adalah data tersebut terdistribusi normal atau tidak, selanjutnya dilakukan uji homogenitas.

Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data nilai kognitif sebelum dan sesudah pembelajaran dilaksanakan.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian berdistribusi secara normal atau tidak yang dilakukan menggunakan *Kolmogrov Smirnov* dengan ketentuan:

- a. Jika H_0 : Data berdistribusi normal
- b. Jika H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Dasar pengambilan keputusan

- a. Apabila nilai Sig > 0,05, maka H_0 diterima.
- b. Apabila nilai Sig < 0,05, maka H_0 ditolak.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sampel dalam penelitian. Uji homogenitas ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan :

S_1^2 = Varians terbesar

S_2^2 = Varians terkecil

3. Uji Hipotesis

Data yang diperoleh mengetahui terdapat perbedaan atau tidak antara kedua kelompok sampel. Hipotesis yang akan diujikan dengan *Independent Sample T-Test* berikut.

a. Rumusan Hipotesis

H_0 : tidak ada perbedaan kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara kelas yang menggunakan *PBL* dengan pendekatan *STEM* berbasis *ESD* dengan kelas konvensional pada topik usaha dan energi.

H_1 : terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara kelas yang menggunakan *PBL* dengan pendekatan *STEM* berbasis *ESD* dengan kelas konvensional pada topik usaha dan energi.

b. Pengambilan Keputusan

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

(Sheskin, 2003)

4. *Effect Size*

Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel lainnya dalam penelitian. Berikut adalah rumus *effect size* menurut (Cohen *et al.*, 2007)

$$\delta = \frac{\gamma_e - \gamma_c}{S_c}$$

Keterangan :

δ : *Effect size*

γ_e : Nilai rata-rata perlakuan pada kelas eksperimen

γ_c : Nilai rata-rata perlakuan pada kelas kontrol

S_c : Simpangan baku kelompok pembanding

Adapun hasil perhitungan dapat diinterpretasikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Interpretasi *Effect Size*

Nilai effect size	Interpretasi
$0,14 \leq d$	Besar
$0,06 \leq d \leq 0,14$	Sedang
$0,01 \leq d \leq 0,06$	Kecil

(Cohen *et al.*, 1998)

5. Uji ANCOVA

Uji ANCOVA merupakan teknik analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis yang berguna untuk meningkatkan derajat ketelitian dalam penelitian karena didalamnya peneliti melakukan pengaturan terhadap pengaruh variabel lain, seperti *pretest*, dan *posttest*.

(Mackey & M.Gass, 2002)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa model PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran menggunakan model *direct instruction* pada topik usaha dan energi. Hal ini ditunjukkan dengan respon kegiatan peserta didik yang menggunakan model PBL dengan pendekatan STEM lebih memperhatikan pada saat proses pemecahan masalah, dan juga tingkat antusiasme peserta didik saat proses pembelajaran dan pembuatan produk lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan model *direct instruction*. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model PBL dengan pendekatan STEM berbasis ESD sangat berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi usaha dan energi.

5.2 Saran

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

1. Peserta didik dapat lebih meningkatkan kedisiplinan dan konsentrasi dalam pembelajaran sehingga pembelajaran berlangsung dengan lebih

efektif, serta guru dapat menggunakan media pembelajaran yang lebih bervariasi agar lebih menarik.

2. Kepada peneliti selanjutnya sebaiknya menggambarkan lebih dahulu konteks ESD yang dimasukkan dalam model pembelajaran agar pada langkah-langkah pembelajaran tetap mencakup konteks ESD sehingga dapat lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Ariyani, F., Maulina, H., & Nurulsari, N. (2019). Design and Validation of Inquiry-based STEM Learning Strategy as a Powerful Alternative Solution to Facilitate Gifted Students Facing 21st Century Challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(1), 33–56.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202
- Alrubaie, F., & Daniel, E. G. S. (2014). Developing a Creative Thinking Test for Iraqi Physics Students. *International Journal of Mathematics and Physical Sciences Research*, 2(1), 80–84.
- Amran, A., Perkasa, M., Satriawan, M., & Jasin, I. (2018). Internalisasi Nilai Karakter Dalam Pembelajaran Sains Berbasis Model Pembelajaran Karakter Esd Untuk Mempersiapkan Generasi Emas 20 45. *Prosiding Seminar Nasional Dan Pengembangan Pendidikan Di Indonesia*, 479–485.
- Andriko, R. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Pokok Suhu dan Kalor di Kelas X Semester II SMA Negeri 1 Batang Kuis. *Digilib.Unimed*, 20–21.
- Anidar, J. (2017). Teori Belajar Menurut Aliran Kognitif serta Implikasinya Dalam Pembelajaran. *Jurnal Al-Taujih: Bingkai Bimbingan Dan Konseling Islami*, 3(2), 8–16.
- Arends, R. (2014). *Learning To Teach*. New York:MC Grow-Hill.
- Ariani, L., Nurhayati, S., & Sudarmin. (2019). Analisis Berpikir Kreatif Pada Penerapan Problem Based Learning Berpendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2307–2317.
- Asmuniv. (2015). *Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*. PPPPTK Boe Malang, 1- 10.

- Baer, J. (1993). *Creativity and Divergent Thinking : A Task Spesific Aproach. Lawrence Erlbaum Assosiates, Inc.*
- Beaty, B. R. E., & Silvia, P. J. (2012). *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 6(4), 309-319.*
- Brecht, D.H. (2012). Learning from Online Video Lectures. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, 11, 227–250.*
- Budiyono, A., Husna, H., & Wildani, A. (2020). Pengaruh Penerapan Model PBL Terintegrasi STEAM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif ditinjau dari Pemahaman Konsep Siswa. *EDUSAINS, 12(2), 166–176.*
- Büyükdede, M., & Tanel, R. (2019). Effect of The STEM Activities Related to Work-Energy Topics on Academic Achievement and Prospective Teachers' Opinions on STEM Activities. *Journal of Baltic Science Education, 18(4), 507–518.*
- Bybee, R. W. (2013). Advancing STEM Education: A Vision. *Journal Technology and Engineering Teacher, 70 30-35.*
- Cohen, J. D., Usher, M., & McClelland, J. L. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences.* Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Research Methods In Education. In *Ecology, Environment and Conservation.* London : Rout Ledge.
- Daryono, B. S., Purnomo, P., Sidiq, Y., & Maryanto, S. D. (2016). Pengembangan Sentra Budidaya Melon Di Pantai Bocor Kabupaten Kebumen Melalui Implementasi Education for Sustainable Development. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi, 2(1), 44.*
- Dwita, D.P., Madlazim, & Eko, H. (2021). The Effectiveness of Science Learning Tools Based on Education Sustainable Development (ESD) to Improve Problem-Solving Skills. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research, 2(3), 342–353.*
- Eli, Munkebye, Scheie, E., Gabrielsen, A., Jordet, A., Misund, S., Nergård, T., & Øyehaug, A. B. (2020). Interdisciplinary Primary School Curriculum Units for Sustainable Development. *Environmental Education Research, 26(6), 795–811.*
- Elizabeth, A., & Sigahitong, M. M. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik SMA. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram, 6(2), 66.*
- Elma. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar, 6(1), 65–78.*
- Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in The

- Elementary Classroom: A Professional Development Approach Centered on An Engineering Design Challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(1).
- Febrianingsih, F. (2022). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematis. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 119–130.
- Guilford, J.P. (2000). *Intelligence, Creativity and Their Educational Implication*. San Diego, Calif: R.R. Knapp.
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an Instrument to Assess Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271–279.
- Guzey, S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2017). The Impact of Design-Based STEM Integration Curricula on Student Achievement in Engineering, Science, and Mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207–222.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Project-Based Learning (Pbl) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: the Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089–1113.
- Harris, A., & Bruin, L. R. (2018). Training Teachers for Twenty-First Century Creative and Critical Thinking: Australian Implications From An International Study. *Teaching Education*, 29(3), 234–250.
- Hartati, Fahrudin, & Azmi, N. (2021). Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah Mata Pelajaran IPA Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 5(4) 1770-1775.
- Imaroh, R.D., Sudarti, & Handayani, R.D. (2022). Analisis Korelasi Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Kognitif Pembelajaran Ipa Dengan Model Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 198–204.
- Jonassen, D.H. (1997). Instructional Design Models For Well-Structured And III-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *ETR&D* 45, 65–94
<https://doi.org/10.1007/BF02299613>
- Komalasari, K. (2013). *Pembelajaran Kontekstual Konsep dan Aplikasi*. Revika Aditama: Bandung.
- Laurie, R., Nonoyama-Tarumi, Y., Mckeown, R., & Hopkins, C. (2016). Contributions of Education for Sustainable Development (ESD) to Quality Education: A Synthesis of Research. *Journal of Education for Sustainable Development*, 10(2), 226–242.
- Levin, B. B. (2001). *Energizing Teacher Education and Professional*

- Development With Problem-Based Learning*. United States of America:ASCD.
- Mackey, A., & M.Gass, S. (2002). Methodology and Design. In *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics* 23 (3).
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A possible “Hidden Variable” in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268.
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *The Inaugural Issue*, 15(1), 5–11. <http://scaleup.ncsu.edu/>
- Murdiasih, D., & Wulandari, F. E. (2022). Model Problem Based Learning dengan Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3, 962–967.
- Novellia, M. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Hasil Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Tematik. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 1(2), 149–156.
- OECD. (2019). Programme for International Student Assessment (PISA). *The Language of Science Education*, 1(3), 79–79.
- Piaget, J. (1971). *Science Education And The Psychology The Child*. New York: Viking Press.
- Pradnyana, P. ., Marhaeni, A. A. I. ., & Candiasa, I. M. (2013). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Motivasi Belajar Dan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas IV SD. *E-Journal Universitas Pendidikan Ganesha*, 3(1), 53–63.
- Purwaningrum, J. P. (2016). Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Melalui Discovery Learning Berbasis Scientific Approach. *Refleksi Edukatika*, 6(2), 145–157.
- Putri, A., Kartini, K., & Yuanita, P. (2020). The Effectiveness of Learning Tools Based on Discovery Learning That Integrates 21st Century Skills to Mathematical Critical Thinking Ability in Trigonometric Materials in High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1655(1).
- Putri, H. R. (2021). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *BIO-CONS : Jurnal Biologi Dan Konservasi*, 3(2), 37–44.
- Rahayu, S., Abdurrahman, & Suana, W. (2022). Implementasi PBL Terintegrasi STEM dengan Flipped Classroom untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Topik Usaha dan Energi. *13(2)*, 233–242.
- Rangkuti, A. N. (2014). Konstruktivisme dan Pembelajaran Matematika. *Jurnal Darul Ilmi*, 02(02), 61–76.

- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Roberts, A. (2012). Pendidikan Stem Tenaga. *A Justification for STEM Education. Technology and Engineering Teacher*, 74(8), 1–5.
- Rohma, S. A., Lorensia, S. L., Bawani, A. M. Al, Handayani, R. D., & Astutik, S. (2021). Analisis Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Fisika terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 9(1), 70–76.
- Sanders, M. E., Lee, H., & Kwon, H. (2011). Integrative STEM Education: Contemporary Trends and Issues. *Korean Journal of Secondary Education Research*, 59(3), 729-762
- Sheskin, D. J. (2003). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedure, Third Edition, Florida*. Chapman and Hall: CRC Press.
- Singh, S., & Yaduvanshi, S. (2015). Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1–5.
- Spangenberg, J. H., Pfahl, S., & Deller, K. (2002). Towards Indicators for Institutional Sustainability: Lessons from an analysis of Agenda 21. *Ecological Indicators*, 2(1–2), 61–77.
- Sukini, S. (2019). Penerapan Pembelajaran Guided Inquiry Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Kognitif Biologi Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Dumai. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(1), 105.
- Syam, M., & Efwinda, S. (2018). Analisis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dengan Menerapkan Model Problem Based Learning (PBL) pada Mata Kuliah Fisika Dasar di FKIP Universitas Mulawarman. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs Universitas Negeri Makassar*, 1–5.
- Tilbury, D. (2011). Higher Education for Sustainability: A Global Overview of Commitment and Progress. *Higher Education in the World*, 1–21.
- Torlakson, T., & Bonilla, A. (2014). Innovate A Blueprint for STEM Education - Science (CA Dept of Education). *Californians Dedicated to Education Foundation*, May, 52.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Education for Sustainable Development. The Global Education 2030 Agenda*.
- UNESCO. (2020). Education for sustainable development: A philosophical assessment. In *Impact* (Issue 18).
- UNESCO. (2021). Sub-Education Policy Review Report: Education for Sustainable Development (ESD).

Vygotsky, L. S. (1986). Thought and Language. *The Journal of Mind and Behavior*, 8(1), 175–178.

Zhang, T., Shaikh, Z. A., Yumashev, A. V., & Chład, M. (2020). Applied Model of E-learning in The Framework of Education for Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16), 1–15.