

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM-PJBL BERBASIS
EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD)
PADA TOPIK GLBB UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF
SISWA SMA**

(Skripsi)

Oleh

**FINKA NATASYA NUR ASHIFA
NPM 1913022052**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM-PJBL BERBASIS *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* (ESD) PADA TOPIK GLBB UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA

Oleh

FINKA NATASYA NUR ASHIFA

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi pembelajaran STEM-PJBL berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada topik GLBB untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA kelas X MIPA 1 dan X MIPA 3 SMAN 2 Gedong Tataan tahun ajaran 2023/2024. Desain penelitian yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif eksperimen dengan metode *Quasi Experimental Design* dengan jenis *Non-Equivalent Control Group Design*. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu, lembar tes soal *essay*. Data diuji dengan analisis *N-Gain*, uji normalitas, uji homogenitas, uji *independent sample T-test*, uji effect size. Nilai rata-rata *N-Gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,487 dengan kategori sedang lebih besar dari kelas kontrol dengan nilai rata-rata 0,275 dengan kategori rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan dengan kelas kontrol. Didukung dari data hasil uji hipotesis *independent sample T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 dan juga nilai *effect size* sebesar 2,308 dengan kategori besar, artinya bahwa implementasi pembelajaran STEM-PJBL berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA pada topik gerak lurus berubah beraturan.

Kata kunci: ESD, Kemampuan Berpikir Kreatif, STEM-PJBL

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM-PJBL BERBASIS
EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD)
PADA TOPIK GLBB UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF
SISWA SMA**

Oleh

FINKA NATASYA NUR ASHIFA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM-
PJBL BERBASIS *EDUCATION FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD)* PADA
TOPIK GLBB UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA
SMA**

Nama Mahasiswa

Finka Natasya Nur Ashifa

Nomor Pokok Mahasiswa

1913022052

Program Studi

Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan MIPA

Fakultas

Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

NIP 9681210 199303 1 002

Drs. Eko Suyanto, M.Pd.

NIP 19640310 199112 1 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

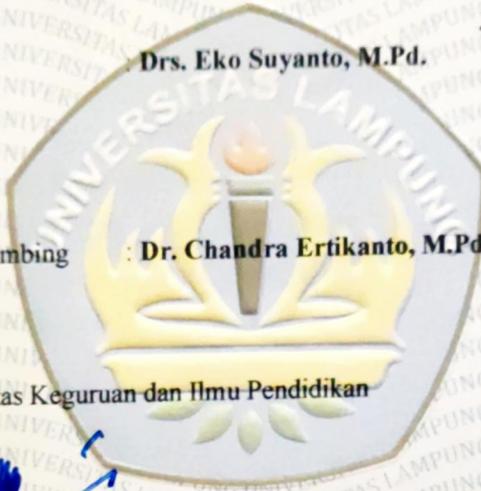
Sekretaris

Drs. Eko Suyanto, M.Pd.

Penguji

Bukan Pembimbing

Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.



Dean of the Faculty of Education and Educational Science

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 7 Mei 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : Finka Natasya Nur Ashifa
NPM : 1913022052
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran

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.

Bandarlampung, 7 Mei 2024



Finka Natasya Nur Ashifa
1913022052

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap peneliti adalah Finka Natasya Nur Ashifa yang dilahirkan di Bagelen pada pertengahan bulan Juni tahun 2002, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Ayah Tri Yogi Antoro dan Ibu Wiwi Noviaty.

Peneliti mengawali pendidikan formal pada tahun 2006 sebagai siswi di TK Dharma Wanita dan lulus pada tahun 2008. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Bagelen dan lulus pada tahun 2014. Kemudian peneliti melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Pesawaran dan lulus pada tahun 2017. Selanjutnya, pada tahun 2017 peneliti melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Gadingrejo dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama peneliti diterima sebagai mahasiswi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika pengalaman berorganisasi peneliti yaitu, pernah menjadi anggota dari Divisi Minat dan Bakat Almafika dan anggota Divisi Media Center Himasakta.

Pengalaman pengabdian yang pernah dilakukan peneliti yaitu, pada bulan Oktober 2021 peneliti mengikuti Pengabdian Mahasiswa Lintas Masyarakat di Desa Sukabaru, Lampung Selatan. Peneliti melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2022 di Desa Pesawaran, Kedondong. Peneliti melaksanakan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 pada tahun 2022 di SMP Negeri 24 Pesawaran, Desa Pesawaran, Kedondong. Pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2022 peneliti mengikuti Kampus Mengajar Angkatan 4 di SMP Gotong Royong, Desa Cipadang, Pesawaran.

MOTTO

“Make a Dream and Find Your Treasure”

“No need to run, just walk and see everything around us.

Lets walk slowly enjoying every step of the journey”

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, shalawat beriring salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Dengan segenap kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta Ayah Tri Yogi Antoro dan Ibu Wiwi Noviati yang selalu menyayangiku, mendukung penuh cita-citaku dan membesarkanku dengan penuh kasih dan sayang.
2. Kedua adikku tersayang Ade Prasetya Aryadinata dan Defan Faris Al Habsyi yang telah banyak memberikan doa dan semangat.
3. Mbak Wiki Ismawati yang telah memberikan semangat dan motivasi.
4. Keluarga besar kedua orang tua.
5. Keluarga besar Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat-Nya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan 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., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP 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.
5. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik, sekaligus Pembimbing I atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran perbaikan kepada peneliti selama menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., selaku Pembimbing II atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran perbaikan kepada peneliti selama menyelesaikan skripsi.
7. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd., selaku Pembahas atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan, motivasi, arahan, dan saran perbaikan kepada peneliti selama menyelesaikan skripsi.
8. Bapak dan Ibu Dosen serta staf Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

9. Ibu Sukma, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala SMA N 2 Gedongtataan yang telah memberikan izin peneliti untuk melakukan penelitian.
10. Ibu Dra. Diah Purwantini dan Ibu Nia Handayani, S.Pd. selaku guru fisika SMA N 2 Gedongtataan yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian ini.
11. Siswa/i kelas X MIPA 1 dan MIPA 3 yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran.
12. Sahabat terbaik, Indah, Lala, Rida terima kasih telah mendukung dan menyemangati peneliti berproses hingga akhir.
13. Sahabat seperjuangan Cindy, Kiki, Sofi, Yolla, Zulfa, terima kasih telah membersamai peneliti dari awal perkuliahan hingga sekarang, terima kasih atas hari-hari menyenangkan yang kita lalui selama perkuliahan, terima kasih sudah selalu mendukung dan menyemangati peneliti.
14. Galuh, Mita, Mitha, Revina, terima kasih telah memberikan semangat dan dukungan kepada peneliti.
15. Elva dan Riska, terima kasih telah memberikan semangat kepada peneliti.
16. Teman-teman KKN Bima, Deka, Desta, Puri, Raka, Vevy.
17. Teman-teman Kampus Mengajar Angkatan 4 Deka, Dewi, Inayah, Nafista.
18. Teman-teman seperjuangan Sigma F 19 dan seper-PA-an CABE terkhusus Nia, Nur, Teddy.
19. Semua pihak yang telah terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi.
20. Kepada diri sendiri yang sudah berproses dan berjuang hingga akhir. Terima kasih sudah bekerja keras memberikan yang terbaik.
21. *Last but not least, I wanna say thank you to my life savior*, NCT Dream dan Treasure, lagu dan musik kalian benar-benar menjadi sebuah penyemangat yang luar biasa untuk peneliti. Terima kasih atas dukungan yang kalian sampaikan lewat lagu yang kalian ciptakan dan segala tutur kata penyemangat kalian di berbagai kesempatan. Kalian menjadi salah satu motivasi dan inspirasi terbesar peneliti untuk tetap bertahan, berjuang dan berkembang hingga di titik ini. Terima kasih telah memberikan warna terindah di masa muda peneliti.

Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi tambahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

Bandarlampung, 7 Mei 2024

Finka Natasya Nur Ashifa
1913022052

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerangka Teoritik	7
2.1.1 Model Pembelajaran <i>Project-based Learning</i> (PjBL)	7
2.1.2 Pendekatan STEM	12
2.1.3 Model Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM	15
2.1.4 Kemampuan Berpikir Kreatif	18
2.1.5 <i>Education For Sustainable Development</i> (ESD)	20
2.1.6 Model Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM Berbasis <i>Education For Sustainable Development</i> (ESD)	23
2.1.7 Teori Belajar Konstruktivisme	26
2.1.8 Teori Vygotsky	28
2.2 Penelitian yang Relevan	28
2.3 Kerangka Pemikiran	30
2.4 Anggapan Dasar	32
2.5 Hipotesis Penelitian	33
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian	34
3.2 Pelaksanaan Penelitian	35

3.3	Populasi Penelitian	35
3.4	Sampel Penelitian	35
3.5	Variabel Penelitian	35
3.6	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	36
3.7	Instrumen Penelitian	37
3.8	Analisis Instrumen	37
3.8.1	Uji Validitas	39
3.8.2	Uji Reliabilitas	39
3.9	Teknik Pengumpulan Data	40
3.10	Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	41
3.10.1	Analisis Data	41
3.10.2	Pengujian Hipotesis	43

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Penelitian	46
4.1.1	Pelaksanaan Penelitian	46
4.1.2	Data Kuantitatif Hasil Penelitian	49
4.1.3	Analisis Data	50
4.2	Pembahasan	53

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan	68
5.2	Saran	69

DAFTAR PUSTAKA	70
-----------------------------	----

LAMPIRAN	77
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	19
2. Penelitian yang Relevan.....	29
3. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	36
4. Koefisien Validitas.....	38
5. Hasil Uji Validitas Intrumen Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Topik GLBB	38
6. Koefisien Reliabilitas	39
7. Kriteria Interpretasi Observasi	41
8. Klasifikasi Gain	41
9. Interpretasi <i>Effect Size</i>	44
10. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen	47
11. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Kontrol.....	48
12. Data Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kreatif.....	49
13. Data Rata-Rata <i>N-Gain</i>	50
14. Uji Normalitas Data	51
15. Uji Homogenitas	51
16. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test for Equality of Means</i>	52
17. Hasil Uji ANCOVA.....	52
18. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Langkah-Langkah Model Project Based Learning	11
2. Kerangka Pikir Penelitian	32
3. Desain <i>Non-Equivalent Control Group Design</i>	34
4. Grafik Hasil Rata-Rata <i>N-gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif.....	54
5. Grafik Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	56
6. Jawaban LKPD Siswa.....	59
7. Siswa Berdiskusi.....	60
8. Desain Produk <i>Rubber Band Car</i>	61
9. Proses Pembuatan <i>Rubber Band Car</i>	61
10. Guru Memantau dan Membimbing Siswa	62
11. Uji Coba Produk <i>Rubber Band Car</i>	63
12. Presentasi Hasil Pemecahan Masalah	64
13. Salah Satu Hasil Produk <i>Rubber Band Car</i>	64
14.a Contoh jawaban <i>posttest</i> siswa.....	65
14.b Contoh jawaban <i>posttest</i> siswa	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Pembelajaran Topik GLBB	79
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen	85
3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol	98
4. Kisi-Kisi Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa.....	107
5. Soal Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa	115
6. Kunci Jawaban Soal Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa	118
7. Rubrik Penilaian Tes Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa	121
8. LKPD Kelas Eksperimen	130
9. Kunci Jawaban LKPD Kelas Eksperimen	140
10. LKPD Kelas Kontrol.....	152
11. Kunci Jawaban LKPD Kelas Kontrol	161
12. Data Uji Validitas dan Reliabilitas	171
13. Hasil Uji Validitas Soal	173
14. Hasil Uji Reliabilitas Soal.....	174
15. Data Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	175
16. Data Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen.....	177
17. Data Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol.....	179
18. Data Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	181
19. Hasil Uji <i>N-Gain</i>	183
20. Hasil Uji Normalitas	184
21. Hasil Uji Homogenitas.....	185
22. Hasil Uji Independent Sample T-Test.....	186
23. Hasil Uji ANCOVA	187

24. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	188
25. Dokumentasi	189
26. Surat Penelitian	192
27. Surat Balasan Penelitian.....	193

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran abad-21 berorientasikan kepada kegiatan untuk melatih keterampilan siswa dengan mengarah pada proses pembelajaran.

Pembelajaran abad-21 berfokus pada *student center* dengan tujuan untuk memberikan siswa keterampilan berpikir yaitu berpikir kritis, memecahkan masalah, metakognisi, berkomunikasi, berkolaborasi, inovasi dan kreatif, serta literasi informasi (Mardhiyah dkk., 2021).

Berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan yang harus mendapat penekanan pada pembelajaran di abad-21. Pengembangan ini sejalan dengan abad-21 yang mengidentifikasi bahwa siswa pada abad-21 lebih menekankan kepada implementasi pemikiran tingkat tinggi (*higher order thinking*), mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip kunci dari suatu disiplin ilmu (Warsono dan Hariyanto, 2014).

Dalam melaksanakan proses pembelajaran pada generasi abad-21, guru harus mampu mengadaptasi strategi, model, dan metode pengajaran berdasarkan karakteristik generasi tersebut. Guru perlu berinovasi untuk menggunakan teknologi dalam menyajikan kegiatan pembelajaran interaktif yang menarik (Puspitarini, 2022). Langkah tersebut mampu mendukung pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan berpikir siswa tersebut, salah satunya yaitu berpikir kreatif.

Berpikir kreatif adalah suatu proses yang digunakan untuk memunculkan suatu ide atau gagasan untuk penyelesaian masalah. Berpikir kreatif siswa dapat diciptakan dengan cara dilatih, dibiasakan untuk bereksplorasi sejak kecil, penemuan dan pemecahan masalah (Handayani dan Koeswanti, 2021). Menurut (Im *et al.*, 2015) berpikir kreatif merupakan pemikiran yang mengarah pada wawasan baru, pendekatan baru, perspektif baru dan keseluruhan cara baru untuk memahami sesuatu. Apabila siswa memiliki kemampuan berpikir kreatif, maka ia akan menghasilkan ide yang bervariasi dan dari ide yang bervariasi tersebut ia pun mampu memilih jawaban yang paling tepat dalam memecahkan masalah (Syahrin *et al.*, 2019).

Namun, pada kenyataannya keterampilan berpikir kreatif siswa masih tergolong cukup rendah. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Nurhakiki dkk., (2020) bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa tergolong cukup rendah karena minimnya keterlibatan siswa secara langsung, sehingga pembelajaran hanya melibatkan satu arah ini menyebabkan siswa malas dan kurang aktif dalam proses pembelajaran yang akhirnya kreativitas dalam siswa tidak ada.

Rendahnya keterampilan berpikir kreatif ditemui juga di SMA Negeri 2 Gedong Tataan. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan guru di SMAN 2 Gedong Tataan diperoleh bahwa kegiatan pembelajaran masih berpusat pada guru yang dilaksanakan dengan metode ceramah dan diskusi tanya-jawab. Beliau juga mengatakan bahwa dalam pembelajaran fisika jarang memberikan praktikum dan cenderung hanya memberikan teori. Oleh karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat membangkitkan kemampuan berpikir kreatif dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk berperan aktif dalam pembelajarannya. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan adalah model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL).

Model *Project-based Learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang melibatkan siswa secara langsung dalam memecahkan masalah yang diberikan guru dengan membuat sebuah produk sebagai hasil dari solusi masalah yang mereka kerjakan. Dengan adanya siswa berperan langsung dalam proses pembelajaran, maka akan memunculkan sikap yang aktif pada siswa. Model pembelajaran PjBL menerapkan pembelajaran yang bersifat kreatif, inovatif, dan kontekstual untuk membuat suatu proyek atau karya dari suatu topik pembelajaran dengan aktivitas pembelajaran sepenuhnya berpusat pada siswa (Astri dkk., 2022). Dalam menggunakan model pembelajaran ini, siswa dituntut untuk dapat berpikir kreatif. Penerapan model pembelajaran PjBL menjadikan siswa lebih bersemangat dalam proses kegiatan pembelajaran, serta dapat membangun dan meningkatkan keterampilan pada pembelajaran abad ke-21 (Hartati, 2022).

Model pembelajaran PjBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). PjBL terintegrasi STEM merupakan pembelajaran yang melatih siswa agar dapat menyelesaikan permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-harinya. Saat proses memecahkan permasalahan tersebut siswa mengintegrasikan pengetahuan dalam bidang pengetahuan sains, teknologi, teknik rekayasa, dan matematika. Dalam pembelajarannya, PjBL terintegrasi STEM melatih siswa agar dapat merumuskan permasalahan, menemukan informasi dari sumber terpercaya, menyimpulkan informasi, menganalisis data yang diperoleh, dan mengkomunikasikan hasil penyelidikan yang dilakukan.

Keterampilan berpikir kreatif juga merupakan salah satu kompetensi hasil pembelajaran dari pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan atau biasa disebut *Education for Sustainable Development* (ESD). Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan adalah tujuan dalam bidang pendidikan dari program Pembangunan Berkelanjutan

(Sustainable Development) (UNESCO, 2015). Visi tersebut bertujuan untuk mengembangkan kompetensi yang diperlukan oleh individu untuk menjadi masyarakat dengan perilaku hidup berkelanjutan (Barth et al., 2016). Perilaku hidup berkelanjutan ini penting untuk mengatasi masalah keberlanjutan seperti kemiskinan, degradasi lingkungan, ketidakadilan sosial, dll (Kalsoom dan Khanam, 2017). Oleh karena itu ESD perlu membekali siswa dengan pengetahuan tentang keberlanjutan dan melatih sikap dan perilaku siswa sehingga sesuai dengan perilaku hidup berkelanjutan (Pappas *et al.*, 2013). Keterampilan berpikir kreatif penting dalam ESD karena keterampilan inilah yang menjadi dasar kompetensi dalam menghadapi tantangan masalah hidup berkelanjutan.

Model PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan aspek-aspek ESD (sosial, ekonomi dan lingkungan) dalam kegiatan pembelajarannya. Siswa dapat belajar melakukan penyelidikan masalah yang memiliki karakter dekat dengan kehidupan sehari-harinya berdasarkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kegiatan pembelajaran yang demikian membuat siswa mengalami pembelajaran yang lebih bermakna.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, pembelajaran STEM-PjBL berbasis ESD menjadi salah satu alternatif solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada topik gerak lurus berubah beraturan, sehingga telah dilakukan penelitian dengan judul “Implementasi Pembelajaran STEM Berbasis *Education For Sustainable Development* (ESD) Pada Topik GLBB Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimanakah implementasi pembelajaran STEM-PjBL berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada topik GLBB untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan implementasi pembelajaran STEM-PjBL berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada topik GLBB untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat dijadikan pengetahuan dan mengetahui kekurangan ketika mengimplementasikan pembelajaran STEM-PjBL berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam proses pembelajaran, sehingga dapat menjadi proses pembelajaran selanjutnya.

2. Bagi Guru

Penelitian ini dapat digunakan sebagai pengetahuan baru dan menambah wawasan serta alternatif pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan zaman untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA.

3. Bagi siswa

Penelitian ini dapat membantu siswa dalam memahami konsep fisika dan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Sekolah yang digunakan dalam penelitian ini adalah SMA Negeri 2 Gedong Tataan dengan dua kelas sampel penelitian yaitu pada kelas X MIPA 1 berjumlah 32 siswa dan X MIPA 3 berjumlah 31 siswa di SMA Negeri 2 Gedong Tataan.
2. Penelitian eksperimen ini menggunakan model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL) menurut The George Lucas Educational Foundation (2005), yaitu *start with the essential question, design a plan for the project, create schedule, monitor the students and the progress of the project, assess the outcome, dan evaluate the experiences.*
3. Penelitian ini menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engginering, and Mathematics*) yang terdiri empat aspek yang saling berhubungan.
4. Penelitian ini berorientasi pada indikator kemampuan berpikir kreatif oleh Rahmazatullaili dkk., (2017), yaitu kelancaran (*fluency*), kelenturan (*flexibility*), keaslian (*originality*), elaborasi (*elaboration*).
5. Topik yang digunakan dalam proses pembelajaran adalah gerak lurus berubah beraturan kelas X semester ganjil KD 3.4 Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut penerapannya dalam kehidupan sehari-hari misalnya keselamatan lalu lintas dan KD 4.4 Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak benda untuk menyelidiki karakteristik gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut makna fisisnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritik

2.1.1 Model Pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL)

Model pembelajaran PjBL merupakan pembelajaran yang berpusat pada proses, relatif berjangka waktu, berfokus pada masalah, unit pembelajaran bermakna dengan memadukan konsep-konsep dari sejumlah komponen baik itu pengetahuan, disiplin ilmu atau lapangan. Pada pembelajaran berbasis proyek, kegiatan pembelajaran berlangsung secara kolaboratif dalam kelompok yang heterogen. Pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi untuk melatih meningkatkan aktivitas dan motivasi belajar siswa. Model pembelajaran PjBL membantu siswa merancang proses untuk menentukan sebuah hasil, melatih siswa bertanggung jawab dalam mengelola informasi yang dilakukan pada sebuah proyek dan yang terakhir siswa yang menghasilkan sebuah produk nyata hasil siswa itu sendiri yang kemudian dipresentasikan dalam kelas. (Baidowi, dkk: 2015). Model pembelajaran PjBL memberikan rasa kemandirian kepada siswa dan memberikan fokus yang seimbang antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik, dengan guru memberikan pengalaman yang bermakna dan hanya sebagai fasilitator (Astri dkk., 2022).

Model pembelajaran PjBL memiliki karakteristik-karakteristik yang menjadi ciri khas dari model PjBL itu sendiri. Adapun karakteristik model PjBL menurut Wulandari & Jannah (2018), yaitu sebagai berikut.

1. Terdiri atas tugas kompleks berdasarkan pertanyaan dan masalah dari guru.
2. Meminta siswa untuk merancang proyek, memecahkan masalah, membuat keputusan, dan melakukan investigasi.
3. Menuntut siswa memiliki kemampuan dan kemauan untuk bekerja dan belajar secara mandiri.
4. Mengharuskan siswa untuk berperan aktif dalam pemecahan masalah.
5. Siswa diminta untuk menampilkan suatu produk atau proyek sebagai hasil belajar.

Dalam setiap model pembelajaran terdapat kelebihan dan kekurangannya masing-masing, termasuk model PjBL. Adapun kelebihan dan kelemahan dari model PjBL, yaitu sebagai berikut.

1. Kelebihan
 - a. Meningkatkan motivasi siswa untuk belajar lebih giat.
 - b. Meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah.
 - c. Siswa menjadi lebih aktif.
 - d. Mengembangkan kemampuan kerja sama siswa dalam satu kelompok.
 - e. Melatihkan kemampuan komunikasi antar siswa dalam menyelesaikan masalah melalui diskusi.
 - f. Mengembangkan keterampilan siswa dalam mengelola sumber seperti alat dan bahan.
 - g. Menambah ilmu pengetahuan siswa dalam mengorganisasi proyek, mengatur waktu, dan mencari solusi untuk menyelesaikan masalah.

- h. Memberikan kesempatan siswa untuk belajar sesuai dengan kondisi di kehidupan nyata.
- i. Melatih siswa untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan menerapkannya dalam menyelesaikan masalah.
- j. Menciptakan suasana belajar yang menyenangkan.

2. Kelemahan

- a. Dalam kerja kelompok terdapat kesulitan untuk melibatkan seluruh siswa dalam mengerjakan proyek.
- b. Biaya yang dibutuhkan banyak.
- c. Membutuhkan fasilitas serta peralatan yang memadai untuk mengerjakan proyek.
- d. Untuk memecahkan masalah dan menyelesaikan produk diperlukan banyak waktu hal ini sejalan dengan penelitian.

Sintaks model pembelajaran PjBL yang dikembangkan oleh The George Lucas Educational Foundation (2005) tampak rinci dan jelas. Enam langkah dalam model *project-based learning* diantaranya sebagai berikut :

a. *Start With The Essential Question*

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan yang esensial yaitu siswa diberikan pertanyaan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan awal siswa serta memberi penugasan siswa untuk melakukan suatu kegiatan.

b. *Design a Plan For The Project*

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan siswa dalam menentukan suatu proyek. Langkah-langkah perencanaan penyelesaian proyek ini dilakukan dari awal sampai akhir kegiatan. Kegiatan perencanaan proyek ini

berisi aturan main dalam pelaksanaan tugas proyek, pemilihan aktivitas yang mendukung tugas proyek, pengintegrasian berbagai kemungkinan penyelesaian tugas proyek, perencanaan sumber bahan dan alat yang dapat mendukung penyelesaian tugas proyek, serta kerja sama antar kelompok.

c. *Create a Schedule*

Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek siswa di bawah pendampingan guru untuk melakukan penjadwalan semua kegiatan yang telah dirancangnya.

d. *Monitor The Students And The Progress Of The Project*

Guru melakukan monitoring atau pemantauan terhadap pelaksanaan proyek siswa sesuai dengan langkah dan jadwal yang telah disepakati. Langkah ini merupakan pengimplementasian rancangan proyek yang telah dibuat. Aktivitas yang dilakukan dalam kegiatan proyek di antaranya adalah dengan membaca, meneliti, observasi, interview, merekam, berkarya seni, mengunjungi objek proyek, akses internet. Pada kegiatan monitoring, guru membuat rubrik yang dapat merekam aktivitas siswa dalam menyelesaikan tugas proyek.

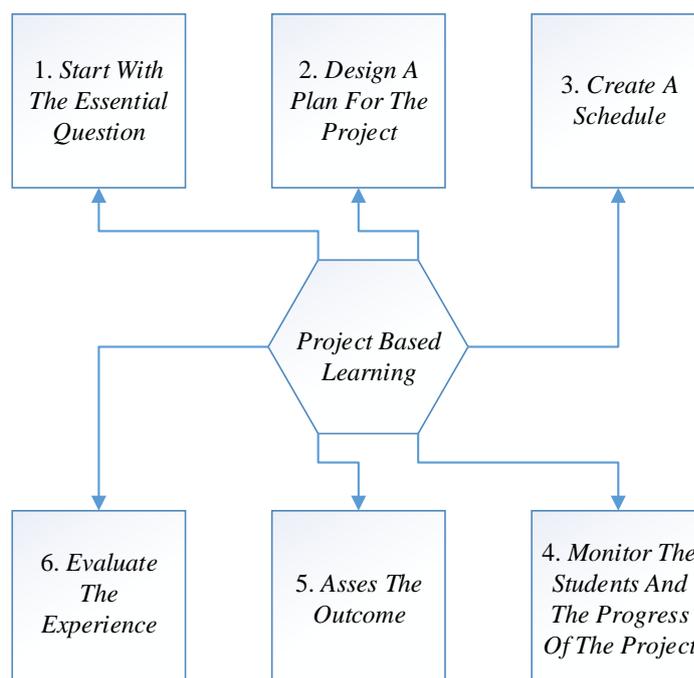
e. *Assess The Outcome*

Penilaian pada model project based learning mencakup penilaian penguasaan siswa terkait topik pembelajaran, yang mencakup sikap dan keterampilan, penilaian produk dan kinerja siswa dalam menampilkan produk yang dibuat.

f. *Evaluate The Experiences*

Guru dan siswa pada akhir proses pembelajaran melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil tugas proyek.

Berdasarkan penjelasan tersebut, berikut skema alur model *project based learning*



Gambar 1. Langkah-Langkah Model *Project-based Learning*

Jadi model project based learning merupakan model pembelajaran yang mengacu pada suatu proyek yang harus diselesaikan sebagai suatu pemecahan masalah melalui kegiatan merencanakan, melaksanakan, dan menghasilkan sebuah produk. Model pembelajaran ini sangat mementingkan siswa dalam proses pembelajaran dengan hasil akhir berupa produk pembelajaran. Model pembelajaran PjBL dapat melatih dan mengembangkan keterampilan kolaborasi, kreativitas, dan berpikir kritis siswa, serta dapat menyeimbangkan antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Oleh karena itu, model pembelajaran PjBL dinilai tepat untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Namun, selain memiliki kelebihan, model pembelajaran PjBL juga terdapat kelemahan-kelemahan.

Adapun sintaks model pembelajaran PjBL yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini, yaitu *start with the essential*

question, design a plan for the project, create schedule, monitor the students and the progress of the project, assess the outcome, dan evaluate the experiences oleh The George Lucas Educational Foundation (2005).

Sebagaimana hasil kajian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa sintaks PjBL yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *start with the essential question, design a plan for the project, create schedule, monitor the students and the progress of the project, assess the outcome, dan evaluate the experiences*. Pembelajaran fisika dengan menggunakan model PjBL dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan. Model PjBL juga dapat mendorong siswa untuk memilih cara pada proses pemecahan masalah yang akan berdampak pada kemampuan berpikir kreatif siswa.

2.1.2 Pendekatan STEM

Istilah STEM pertama kali digunakan oleh NSF pada tahun 1990 menjadi singkatan dari *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Pendekatan STEM terintegrasi merupakan upaya untuk menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam kelas berdasarkan hubungan antara materi pembelajaran dan masalah dunia nyata (Abdurrahman *et al.*, 2019). Definisi dasar dari setiap kata sebagaimana dijabarkan oleh Torlakson (2014), definisi dari keempat aspek STEM adalah sebagai berikut :

1. Sains (*science*) memberikan pengetahuan kepada siswa mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam;
2. Teknologi (*technology*) adalah keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat,

organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan.

3. Teknik (*engineering*) adalah pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah;
4. Matematika (*mathematics*) adalah ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris.

Masing-masing aspek STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) jika diintegrasikan akan membantu siswa menyelesaikan suatu masalah secara jauh lebih komprehensif. Peningtegrasian seluruh aspek ini ke dalam proses pembelajaran, akan membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna.

Pembelajaran STEM adalah pendekatan dalam pendidikan dimana Sains, Teknologi, Teknik, Matematika terintegrasi dengan proses pendidikan berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata serta dalam kehidupan profesional. Pendekatan STEM menunjukkan kepada siswa bagaimana konsep, prinsip, teknik sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM) digunakan secara terintegrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Tujuan Pembelajaran STEM adalah siswa yang melek STEM, diharapkan mempunyai pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu terkait STEM, memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, penyelidikan serta desain yang di gagas manusia;

kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural (Mulyani, 2019).

STEM (sains, teknologi, teknik, pendidikan matematika) dapat didefinisikan sebagai "pendidikan untuk meningkatkan siswa" minat dan pemahaman dalam teknologi ilmiah dan untuk mengembangkan literasi STEM berdasarkan teknologi ilmiah dan kemampuan untuk menyelesaikan masalah di dunia nyata (Almuharomah, 2019). Seperti halnya pembelajaran pada umumnya pembelajaran STEM memiliki beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu : (1) mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah; (2) mengembangkan dan menggunakan model, serta menyusun rencana melakukan investigasi; (3) menganalisis dan menafsirkan materi menggunakan matematika, teknologi; (4) membangun eksplanasi yang mengarah pada solusi dan argumen berdasarkan bukti; (5) menyimpulkan, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan (Kelley *and* Knowles, 2016).

Literasi STEM dapat membantu dalam memunculkan keterampilan dan kemampuan siswa, memahami persaingan dalam dunia nyata yang memerlukan pengaplikasian dari empat bidang ilmu yang saling berhubungan tersebut (Afriana *et al.*, 2016). Siswa dalam pembelajaran akan lebih aktif dalam mengembangkan keterampilan yang dimilikinya, sehingga tidak hanya memahami materi secara matematis saja, tetapi dengan menggunakan komponen pembelajaran yang lainnya. Pendekatan STEM merupakan cara yang efektif untuk memfasilitasi dan mempertahankan keterpaduan ilmu sains, teknologi, matematika, dan rekayasa (Estapa and Tank, 2017).

Menggunakan pendekatan STEM yang didukung dengan model pembelajaran PjBL berbasis ESD, siswa akan lebih aktif dalam mengembangkan keterampilan yang dimilikinya dari berbagai aspek, tidak hanya dari satu aspek saja, sehingga siswa tidak hanya memahami materi secara matematis, tetapi dengan menggunakan komponen pembelajaran yang lainnya.

2.1.3 Model Pembelajaran PjBL Terintegrasi STEM

Model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM merupakan pembelajaran yang menggunakan model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM. Model Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam kegiatan berbasis proyek guna untuk memecahkan suatu masalah. Kelebihan model ini mampu membantu siswa memahami konsep fisika dikarenakan siswa terjun langsung dalam kegiatan pembuatan proyek sehingga siswa memahami masalah-masalah dalam pembelajaran fisika. (Ridha, 2022). STEM adalah meta-disiplin tingkat sekolah dimana sains, teknologi, teknik dan matematika diajarkan secara terpadu oleh guru dan masing-masing materi disiplin tidak dibagi-bagi tapi ditangani sebagai satu kesatuan yang dinamis (Winarni, 2016).

Pendekatan STEM menekankan pada aspek proses pembelajaran. Strategi pendekatannya meliputi: (1) pengajuan pertanyaan dan pendefinisian masalah; (2) pengembangan model dan perencanaan investigasi; (3) analisis, penafsiran data memanfaatkan matematika (statistic), teknologi informasi dan komputerasi; (4) membangun klarifikasi, solusi desain, dan argumen berbasis bukti; (5) simpulan, evaluasi dan komunikasi. Tujuan dari pendekatan STEM untuk menerapkan konsep. Siswa dapat mengembangkan kompetensi yang harus

diterapkan dalam berbagai situasi dan permasalahan yang muncul dalam kehidupan nyata. Tujuan pembelajaran berbasis STEM juga untuk membuat peserta didik memiliki keseimbangan antara hard dan soft skill, dan memiliki kreativitas (Sunarno, 2018).

Pembelajaran dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) adalah pembelajaran yang tepat untuk diterapkan sesuai perkembangan abad 21. STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran. Pembelajaran dengan pendekatan STEM mengintegrasikan keempat komponen tersebut dengan memfokuskan pada pemecahan masalah yang nyata dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan STEM, proses pembelajaran akan melalui penerapan dan praktik dari konten dasar STEM pada situasi sesuai kehidupan nyata, tidak hanya membahas ilmu pengetahuan saja, namun mengaitkannya dengan teknologi, teknik serta matematika. Artinya, dalam penelitian ini pembelajaran fisika akan dikaitkan dengan teknologi, teknik, dan matematika dalam pemecahan masalah sesuai kehidupan sehari-hari. Adapun pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM terdiri atas:

- (1) Aspek sains, yaitu penggunaan pengetahuan dan keterampilan proses sains untuk memahami dan memanipulasi gejala alam.
- (2) Aspek teknologi, yaitu menggunakan teknologi, yaitu mengetahui bagaimana teknologi baru dapat dikembangkan dan teknologi dapat digunakan untuk memudahkan kerja manusia.
- (3) Aspek teknik, yaitu mengoperasikan, mendesain atau merangkai dengan merujuk pada sains dan teknologi.
- (4) Aspek matematika, yaitu untuk menganalisis, menunjukkan bukti, menyelesaikan masalah, menginterpretasikan solusi dari data dan hasil perhitungan.

Model pembelajaran PjBL dengan STEM didasarkan pada prinsip-prinsip teknik untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik, keterampilan komunikasi, kreativitas, dan pemahaman mendalam tentang konten pembelajaran (Han et al, 2016). PjBL memberikan kerangka pembelajaran yang sesuai dengan STEM. Pengintegrasian STEM terhadap PjBL mencakup konten dan konteks sehingga peserta didik memahami STEM dengan PjBL secara keseluruhan. Kerangka PjBL juga memfasilitasi dalam mengukur penerapan pembelajaran STEM, misalnya dengan umpan balik pembelajaran tingkat tinggi, strategi pertanyaan tingkat tinggi, integrasi bidang studi, diskusi peserta didik, dan penilaian mandiri peserta didik (Hall & Miro, 2016). Selain itu, pembelajaran STEM dengan PjBL memberikan tantangan dan motivasi bagi peserta didik karena melatih peserta didik untuk berpikir kritis, analitis, dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kreativitas dan literasi sains. PjBL dengan pembelajaran STEM juga memberikan pembelajaran yang menarik dan efektif untuk mempelajari sains, teknologi, dan matematika. Pembelajaran dengan PjBL dapat menjadi model alternatif bagi guru untuk mengaplikasikan teknologi dan teknik di dalam kelas (Afriana dkk., 2016).

Sebagaimana hasil kajian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam penelitian ini pembelajaran fisika dikaitkan dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pemecahan masalah sesuai kehidupan sehari-hari sehingga diharapkan siswa mempunyai literasi sains dan teknologi yang ditingkatkan melalui kegiatan membaca, menulis, mengamati dan melakukan sains, serta mampu meningkatkan kompetensi siswa saat menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan bidang ilmu STEM.

2.1.4 Kemampuan Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif adalah suatu proses yang digunakan untuk memunculkan suatu ide atau gagasan untuk penyelesaian masalah (Handayani dan Koeswanti, 2021). Pada pembelajaran fisika, kemampuan berpikir kreatif siswa sangat penting. Hal ini dikarenakan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa sangat mempengaruhi dalam pencapaian atau keberhasilan siswa dalam pembelajaran. Proses yang dilakukan oleh seseorang untuk memperoleh alternatif jawaban melalui mengembangkan suatu persoalan atau masalah merupakan definisi kemampuan berpikir kreatif (Fadilah, A., 2016). Dengan kata lain berpikir kreatif adalah aktivitas mental yang mempertimbangkan informasi baru dengan pemikiran terbuka yang berhubungan dengan kepekaan terhadap masalah, serta dapat menghubungkan ide-ide dalam menyelesaikan masalah (Desi dkk., 2013). Kemampuan berpikir kreatif memiliki arti sebagai kegiatan untuk menghasilkan suatu ide atau gagasan dalam memecahkan masalah, dan saling menghubungkan satu hal dengan hal lainnya untuk menemukan makna (Marliani, 2015).

Kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan berpikir yang dibiasakan dan dilatih untuk menghidupkan imajinasi, mengungkapkan kemungkinan-kemungkinan baru dengan membuka sudut pandang yang luas untuk menemukan ide-ide yang baru (Suripah, S., & Sthephani, A. 2017). Kemampuan berpikir kreatif merupakan kemampuan yang dapat menghasilkan atau mengembangkan sesuatu yang baru dengan kata lain sesuatu yang berbeda dari ide-ide yang telah dihasilkan oleh kebanyakan orang. Kemampuan berpikir kreatif juga merupakan bentuk pemikiran yang mengarahkan

kepada wawasan baru, pendekatan baru, atau cara baru dalam memahami sesuatu (Marliani, 2015). Dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menciptakansesuatu yang baru yang berbeda dari yang lain, memecahkan masalah, dan menciptakan solusi serta membuat rencana inovatif dengan mempertimbangkan masalah yang kemungkinan akan timbul dan bagaimana cara mengatasinya sehingga dalam pelaksanaannya dilakukan secara matang. Indikator kemampuan berpikir kreatif menurut (Rahmazatullaili dkk., 2017) yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Indikator Berpikir Kreatif	Deskripsi Indikator
Kelancaran (<i>Fluency</i>)	Kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan
Kelenturan (<i>Flexibility</i>)	Kemampuan untuk mengemukakan bermacam-macam pemecahan
Keaslian (<i>Originality</i>)	Kemampuan memberikan gagasan yang relatif baru dan jarang diberikan kebanyakan orang
Elaborasi (<i>Elaboration</i>)	Kemampuan merinci secara detail jawaban yang dibuat

(Sumber: Rahmazatullaili dkk., 2017)

Berdasarkan pemaparan di atas dapat dikatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif penting untuk dilatihkan dan dikembangkan karena dapat membantu siswa untuk memecahkan masalah dan keberhasilan siswa dalam pembelajaran. Adapun indikator keterampilan berpikir kreatif yang digunakan peneliti dalam penelitian ini, yaitu kelancaran (*fluency*), kelenturan (*flexibility*), keaslian (*originality*) dan elaborasi (*elaboration*).

Indikator- indikator tersebut dijadikan tolak ukur siswa apakah sudah memiliki kemampuan berpikir kreatif pada saat

menyelesaikan permasalahan dalam pembelajaran fisika. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya kreatifitas siswa dalam pembelajaran fisika, diharapkan siswa dapat dengan berani menyelesaikan persoalan yang diberikan guru dengan menggunakan caranya sendiri. Siswa mampu membuat beberapa alternatif jawaban, sehingga dapat menyelesaikan persoalan tersebut dengan solusi yang tepat.

2.1.5 *Education For Sustainable Development (ESD)*

Menurut Kementerian Pendidikan Nasional (2010), *Education for Sustainable Development (ESD)* atau pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan merupakan pendidikan yang menyisipkan wawasan secara luas dan futuristik tentang lingkungan global untuk memberi kesadaran kepada masyarakat agar berkontribusi dalam pengembangan berkelanjutan di masa sekarang dan masa depan. Kementerian Pendidikan Nasional (2010) menyatakan bahwa ESD penting dalam suatu pembelajaran. Belajar dalam ESD melibatkan pembelajaran transformatif yang mengembangkan pengetahuan, keterampilan, nilai-nilai dan teori-teori yang terkait dengan pembangunan berkelanjutan, pembelajaran ini juga mengacu pada belajar untuk mengajukan pertanyaan reflektif kritis, untuk memperjelas nilai-nilai, untuk membayangkan masa depan yang lebih berkelanjutan.

ESD dalam implementasinya didasari oleh ide-ide yang relevan dengan kepentingan lokal dan budaya lokal sehingga program ESD akan memiliki beragam keunikan pendekatan di seluruh dunia. Dalam kontribusinya, ESD ditujukan untuk pembangunan yang berkelanjutan dengan cara pemberdayaan manusia melalui pendidikan dimana semua orang memperoleh kesempatan untuk bertanggung jawab demi menciptakan dan menikmati masa

depan yang berkelanjutan. Ada 4 (empat) prioritas (pendorong utama) dalam mengimplementasikan ESD, yaitu;

1. Peningkatan dan perbaikan kualitas pendidikan (promote and improve the quality of education);
Menjamin setiap orang memiliki hak untuk memperoleh pendidikan dan kesempatan untuk menambah pengetahuan (knowledge), keterampilan (skill), nilai-nilai (values), dan perspektif yang mendorong dan mendukung partisipasi masyarakat dalam membuat keputusan.
2. Re-orientasi pendidikan pada semua jenjang untuk pembangunan berkelanjutan (*reorient existing education at all levels to address sustainable development*); Menjamin kurikulum dan pedagogi dari pra-sekolah sampai universitas menekankan pada pendidikan, pengetahuan (knowledge), keterampilan (skill), nilai-nilai (values), dan perspektif yang berkaitan dengan masa depan yang berkelanjutan. Penekanan terletak pada re-orientasi kurikulum {bukan pengembangan kurikulum baru) dan peningkatan kualitas pendidikan.
3. Peningkatan kesadaran masyarakat tentang konsep pembangunan berkelanjutan (raise public awareness of the concept of sustainable development); Membangun pengertian dan kewaspadaan masyarakat terhadap pembangunan yang berkelanjutan melalui pendidikan masyarakat, termasuk pendidikan informal.
4. Pelatihan sumber daya manusia (train the workforce).
Memberikan pelatihan kepada sumber daya manusia (pengusaha, institusi, dan masyarakat umum) guna membangun kemampuan untuk membuat keputusan dan unjuk kerja dalam perilaku yang berkelanjutan dan untuk menerapkan praktek-praktek yang sifatnya berkelanjutan di tingkat lokal, regional, dan nasional (KNIU, 2014).

Implementasi ESD dalam bidang pendidikan di Indonesia merupakan salah satu usaha dalam mewujudkan amanat Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem pendidikan nasional. Melalui ESD siswa diharapkan dapat;

- a) berinovasi, yaitu meningkatkan kualitas dan produktivitas di dalam pembelajaran
- b) kreatif, yaitu secara konsisten dan terus menerus menghasilkan maupun mengembangkan sesuatu yang sudah ada untuk memberikan pengetahuan dalam proses pembelajaran,
- c) berpikir ilmiah, yaitu dapat meningkatkan pola berpikir ilmiah siswa serta memiliki nilai-nilai kesadaran berpikir ilmiah siswa
- d) memiliki keterampilan menyelesaikan masalah, yaitu kemampuan untuk menganalisis masalah serta menemukan solusi yang efektif untuk memecahkan masalah tersebut
- e) sosial literasi, yaitu siswa memiliki kemampuan untuk berhubungan dengan orang di sekitarnya yang meliputi keterampilan sosial, intelektual, bahkan kecerdasan emosional
- f) bertanggungjawab dalam menjalani kehidupannya di masa kini dan masa depan (Nurjanah dkk., 2019).

Pendidikan pembangunan berkelanjutan atau *Education Sustainability Development* (ESD) mengajarkan kompetensi-kompetensi kritis untuk menyiapkan kebutuhan masa sekarang dengan proyeksi skenario untuk keputusan di masa depan (Tristananda, 2018). Pendidikan untuk keberlanjutan sangat penting bagi kaum muda dan generasi selanjutnya yang harus hidup dengan segala konsekuensi kehidupan. Pendidikan ini akan membekali pertimbangan dalam pengambilan keputusan dan tindakan untuk bertahan. Salah satu cara mengedukasi terkait

keberlanjutan hidup adalah mengintegrasikan dengan mata pelajaran (Meadows, 2020).

Pendidikan untuk keberlanjutan (ESD) adalah proses belajar sepanjang hayat yang bertujuan untuk menginformasikan dan melibatkan penduduk agar kreatif juga memiliki keterampilan menyelesaikan masalah, saintifik, dan sosial literasi, lalu berkomitmen untuk terikat pada tanggung jawab pribadi dan kelompok. Tindakan ini akan menjamin e makmur secara ekonomi di masa depan. Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) sebagai usaha untuk mewujudkan Agenda Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) merupakan sebuah alternatif pendekatan pada bidang pendidikan dalam menyiapkan generasi yang memiliki gaya hidup berkelanjutan. Sekolah adalah tempat generasi generasi muda belajar salah satunya tentang bagaimana hidup berkelanjutan. Dengan demikian pendidikan berkelanjutan di sekolah sangat penting untuk diimplentasikan di sekolah dalam upaya merubah pola pikir tentang memanfaatkan sumber energi untuk kehidupan selanjutnya.

Sebagaimana hasil kajian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa aspek ESD meliputi berinovasi, kreatif, berpikir ilmiah, yaitu dapat meningkatkan pola berpikir ilmiah siswa serta memiliki nilai-nilai kesadaran berpikir ilmiah siswa, memiliki keterampilan menyelesaikan masalah, sosial literasi, dan bertanggung jawab.

2.1.6 Model Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM Berbasis *Education For Sustainable Development (ESD)*

Model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) merupakan sebuah strategi, pendekatan atau metode pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan pengalaman yang bermakna bagi siswa dan mengembangkan keterampilan berpikir kreatif siswa melalui

kegiatan pemecahan masalah. Dengan pembelajaran PjBL, siswa mampu memecahkan permasalahan dengan menggunakan informasi yang diperoleh sehingga membentuk suatu konsep dengan menunjukkan solusi dari permasalahan tersebut (Furi, *et al.*, 2018). PjBL juga dapat meningkatkan sikap lingkungan siswa terhadap pengelolaan sampah (Susilawati, *et al.*, 2017). Sedangkan pendekatan STEM mengintegrasikan aspek sains, teknologi, dan teknik, dan matematika (Setyowati, *et al.*, 2021), sehingga model PjBL-STEM membantu siswa memecahkan masalah kehidupan nyata (Afriana *et al.*, 2016; Ralph, 2016; Winarti, dkk., 2021; Nurhidayah, dkk., 2021).

Model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM merupakan penggabungan antara *Project-based Learning* (PjBL) dan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*), yaitu pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*). Dalam pembelajaran STEM, siswa akan diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep. *Project-based learning* (PjBL) akan membawa siswa untuk bereksplorasi dengan menggunakan proyek sebagai media utamanya, sehingga siswa terlibat aktif dalam setiap proses pembelajaran (Furi dkk., 2018).

Model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM merupakan pembelajaran yang melatih siswa agar dapat menyelesaikan permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-harinya. Saat proses memecahkan permasalahan tersebut siswa mengintegrasikan pengetahuan dalam bidang pengetahuan sains, teknologi, teknik rekayasa, dan matematika. Dalam pembelajarannya, PjBL STEM melatih siswa agar dapat merumuskan permasalahan, menemukan informasi dari sumber

terpercaya, menyimpulkan informasi, menganalisis data yang diperoleh, dan mengkomunikasikan hasil penyelidikan yang dilakukan. Semua proses tersebut merupakan bagian dari keterampilan berpikir kreatif.

Keterampilan berpikir kreatif juga merupakan salah satu kompetensi hasil pembelajaran dari pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan atau biasa disebut *Education for Sustainable Development* (ESD). Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan adalah tujuan dalam bidang pendidikan dari program Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*) (UNESCO, 2015). Visi tersebut bertujuan untuk mengembangkan kompetensi yang diperlukan oleh individu untuk menjadi masyarakat dengan perilaku hidup berkelanjutan (Barth *et al.*, 2016). Perilaku hidup berkelanjutan ini penting untuk mengatasi masalah keberlanjutan seperti kemiskinan, degradasi lingkungan, ketidakadilan sosial, dll (Kalsoom dan Khanam, 2017). Oleh karena itu ESD perlu membekali siswa dengan pengetahuan tentang keberlanjutan dan melatih sikap dan perilaku siswa sehingga sesuai dengan perilaku hidup berkelanjutan (Pappas *et al.*, 2013). Keterampilan berpikir kreatif penting dalam ESD karena keterampilan inilah yang menjadi dasar kompetensi dalam menghadapi tantangan masalah hidup berkelanjutan.

Model PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan aspek-aspek ESD (sosial, ekonomi dan lingkungan) dalam kegiatan pembelajarannya. Siswa dapat belajar melakukan penyelidikan masalah yang memiliki karakter dekat dengan kehidupan sehari-harinya berdasarkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kegiatan pembelajaran yang demikian membuat siswa mengalami pembelajaran yang lebih bermakna. Sehingga para siswa tidak

sekadar belajar pengetahuan saja, tetapi juga mengenai keterampilan. Oleh karena itu model PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD sesuai untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

2.1.7 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme berarti bersifat membangun. Dalam konteks filsafat pendidikan, konstruktivisme adalah suatu upaya membangun tata susunan hidup yang berbudaya modern (Cahyo, 2013). Berdasarkan penjelasan tersebut di atas, bahwa konstruktivisme merupakan sebuah teori yang sifatnya membangun, membangun dari segi kemampuan, pemahaman, dalam proses pembelajaran. Sebab dengan memiliki sifat membangun maka dapat diharapkan keaktifan dari padasiswa akan meningkat kecerdasannya. Menurut Hill konstruktivisme merupakan bagaimana menghasilkan sesuatu dari apa yang dipelajarinya, dengan kata lain bahwa bagaimana memadukan sebuah pembelajaran dengan melakukan atau mempraktikkan dalam kehidupannya supaya berguna untuk kemaslahatan. Shymansky mengatakan konstruktivisme adalah aktivitas yang aktif, di mana peserta didik membina sendiri pengetahuannya, mencari arti dari apa yang mereka pelajari, dan merupakan proses menyelesaikan konsep dan ide-ide baru dengan kerangka berfikir yang telah ada dimilikinya. Berdasarkan pendapatnya di atas, maka dapat di pahami bahwa konstruktivisme merupakan bagaimana mengaktifkan siswa dengan cara memberikan ruang yang seluas-luasnya untuk memahami apa yang mereka telah pelajari dengan cara menerpakan konsep-konsep yang di ketahuinya kemudian mempraktikkannya ke dalam kehidupan sehari-harinya. Berdasarkan pendapat para ahli di atas, maka dapat

dibuat sebuah kesimpulan yaitu konstruktivisme merupakan sebuah teori yang memberikan keluasan berfikir kepada siswa dan memberikan siswa di tuntut untuk bagaimana mempraktikkan teori yang sudah di ketahuinya dalam kehidupannya (Suparlan, 2019).

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 bantuan orang lain, sehingga teori ini memberikan keaktifan terhadap manusia untuk belajar menemukan sendiri kompetensi, pengetahuan, atau teknologi dan hal lain yang diperlukan guna mengembangkan dirinya sendiri. Teori pembelajaran konstruktivisme berpendapat bahwa orang menghasilkan pengetahuan dan membentuk makna berdasarkan pengalaman mereka. Dalam konstruktivisme, pembelajaran direpresentasikan sebagai proses konstruktif di mana pelajar membangun ilustrasi internal pengetahuan, interpretasi pengalaman pribadi. Pengajaran konstruktivisme didasarkan pada pembelajaran yang terjadi melalui keterlibatan aktif siswa dalam konstruksi makna dan pengetahuan. Pengajaran sains dari perspektif konstruktivisme bertujuan untuk memberikan siswa pengetahuan sains sedemikian rupa sehingga mereka tidak hanya memahami konsep dan prinsip sains, tetapi juga signifikansi dari pembelajaran sains (Sugrah, 2019).

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

2.1.8 Teori Vygotsky

Vygotsky menyatakan bahwa belajar terjadi apabila siswa mengerjakan atau belajar menangani tugas-tugas yang belum dipelajari, tetapi tugas-tugas itu masih berada dalam jangkauan kemampuan atau tugas itu berada dalam zona perkembangan proksimal (*zone of proximal development*) yaitu terletak antara tingkat perkembangan anak saat ini yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu (Slavin, 2011:4).

Teori Vygotsky juga mengandaikan bahwa anak-anak adalah makhluk aktif dan subjektif, dan membentuk pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungan sosial budaya. Menurut teori Vygotsky, lingkungan sosial budaya berperan paling besar terhadap konten kognitif dan cara berpikir anak-anak. Menurut pandangan Vygotsky, perkembangan anak-anak terdiri dari aliran konflik dan resolusi dialektis tanpa akhir. Anak-anak membentuk pengetahuan melalui proses pemecahan masalah dengan diinternalisasi (Hyun, 2020).

Pembelajaran harus mengkontruksi siswa untuk aktif berinteraksi dengan masing-masing individu dan aktif berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Interaksi-interaksi yang terjadi tersebut dapat membantu peserta didik dalam memecahkan permasalahannya dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL).

2.2 Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian ini peneliti mengambil referensi dari penelitian yang dilakukan oleh:

Tabel 2. Penelitian yang Relevan

No	Nama Peneliti/ Tahun/ Judul/ Jurnal	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)
1.	Utami, P. U., Riezky, M. P., & Umi, F. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran PjBL Berbantu Instagram Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X SMA Negeri 8 Surakarta. <i>Bio-Pedagogi</i> , 4(1), 46-52.	Hasil penelitiannya menyatakan bahwa ada pengaruh model pembelajaran PjBL berbantu Instagram terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa kelas X SMA Negeri 8 Surakarta dengan didukung dari hasil rata-rata siswa pada kelas eksperimen (82,72) lebih tinggi dibanding dengan kelas kontrol (77,12).
2.	Muslimin, D. 2014. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematik Siswa di MTs. Mu'allimien Muhammadiyah Bogor.	Hasil penelitiannya menyatakan bahwa model pembelajaran project based learning meningkatkan kemampuan berpikir kreatif yang dinilai dengan aspek kelancaran, keluwesan, dan orisinal, lebih tinggi dibandingkan dengan model problem based learning dan model konvensional dibuktikan dengan rata-rata hasil posttest-pretest dan hasil uji hipotesis statistik ($4,67 > 1,67$).
3.	Lestari, N. A., Eraku, S. S., & Rusiyah, R. 2021. Pengaruh Pembelajaran Berintegrasikan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM) Terhadap Hasil Belajar Geografi Di SMA Negeri 1 Gorontalo. <i>Jambura Geo Education Journal</i> , 2(2), 70–77.	Hasil penelitiannya menyatakan bahwa model pembelajaran PjBL-STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa, hal ini dilihat dari nilai korelasi 0,68 yang berarti kategori sedang.
4.	Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin. 2018. Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (<i>Project Based Learning</i>) pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X SMA/ MA. <i>Jurnal Inkuiri</i> , 7(1), 81-92.	Hasil penelitiannya menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan modul pembelajaran fisika berbasis PjBL pada materi fluidal statis dapat Meningkatkan kreativitas belajar siswa.
5.	Sari, W. P., Arif, H., & Sentot K. 2018. Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA dalam Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) pada Materi Fluida Statis. <i>Jurnal Pendidikan</i> , 3(6), 751-757.	Hasil penelitiannya menyatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa mengalami perubahan positif setelah diberikannya tugas proyek. Hal tersebut dapat dilihat dari rata-rata skor keterampilan berpikir kreatif yang berbeda secara signifikan dan skor siswa mengalami peningkatan yang disertai dengan ketercapaian indikator keterampilan berpikir kreatif yang lebih baik pada saat posttest daripada pretest..

Berdasarkan penelitian yang relevan di atas, penelitian yang mengkaji pemanfaatan PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD masih jarang dilakukan. Secara teoritis pembelajaran abad 21 berorientasikan kepada kegiatan untuk melatih keterampilan siswa dengan mengarah pada proses pembelajaran yang berfokus pada *student center* dengan tujuan untuk memberikan siswa keterampilan berpikir, salah satunya yaitu berpikir kreatif. Akan tetapi pada kenyataannya keterampilan berpikir kreatif siswa masih rendah. Sehingga penggunaan metode pembelajaran yang sesuai dan dikembangkan supaya lebih variatif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan implementasi pembelajaran STEM-PjBL berbasis ESD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, khususnya pada topik GLBB.

2.3 Kerangka Pemikiran

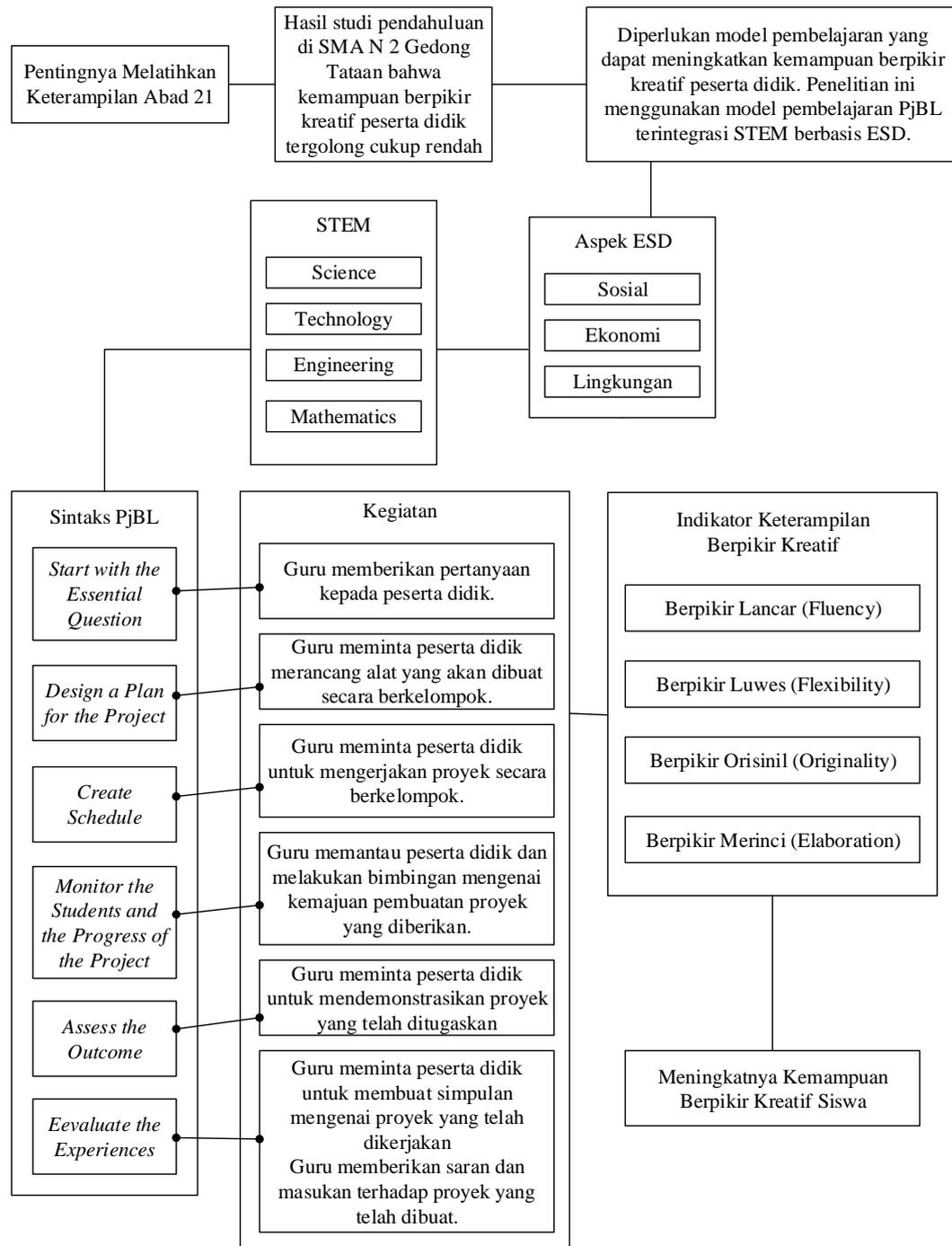
Keterampilan berpikir kreatif merupakan salah satu tuntutan dari keterampilan abad-21 dan merupakan suatu rumpun berpikir tingkat tinggi. Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran fisika, karena dapat memberikan ruang kepada siswa dalam menghasilkan ide-ide baru dan dapat memecahkan masalah dengan idenya sendiri serta mampu mengungkapkan sesuatu yang unik atau tidak ada sebelumnya.

Keterampilan berpikir kreatif membentuk siswa agar mengungkapkan dan mengelaborasi gagasan orisinal dalam pemecahan masalah. Salah satu alternatif yang dapat menunjang keterampilan berpikir kreatif adalah pembelajaran yang memberikan ruang kepada siswa untuk menemukan dan membangun konsep sendiri, serta dapat mengembangkan keterampilan berpikirnya yaitu dengan menggunakan model *project-based learning*. Model *project-based learning* merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek atau kegiatan dengan cara kerja ilmiah dalam proses pembelajarannya berdasarkan permasalahan yang

nyata. Model *project-based learning* merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran dengan melibatkan kerja proyek sebagai alternatif dalam pemecahan masalah atau tugas yang diberikan guru, melalui model ini akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggali materi dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna dan melakukan diskusi secara kelompok untuk membuat sebuah inovasi baru untuk menyelesaikan proyek yang diberikan guru. Pembelajaran dengan berdiskusi secara kelompok dengan melibatkan teman sebaya dapat mengungkapkan ide-ide untuk menyelesaikan masalah dengan mudah dan mereka pahami.

Model pembelajaran ini menghadapkan siswa pada permasalahan-permasalahan praktis sebagai pijakan dalam belajar atau dengan kata lain siswa belajar melalui permasalahan yang nyata. Model *project-based learning* dirasakan tepat karena keterampilan berpikir kreatif akan muncul apabila didukung oleh suasana pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*), sehingga siswa dapat bebas dalam mengemukakan gagasan-gagasannya yang timbul dari dalam dirinya serta lingkungan belajar yang mendukung peran aktif siswa pada pembelajaran tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut maka model *Project-based Learning* diharapkan dapat berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran fisika pada topik gerak lurus berubah beraturan.



Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian.

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar adalah asumsi, perkiraan, pendapat atau kesimpulan sementara yang belum dibuktikan. Adapun anggapan dasar berdasarkan

kerangka teoritis dan kerangka pemikiran dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Keterampilan berpikir kreatif siswa SMA dipengaruhi oleh penerapan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD.
2. Faktor-faktor di luar penelitian diabaikan

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran dalam penelitian ini maka hipotesis pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa antara kelas yang menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dengan kelas konvensional pada topik gerak lurus berubah beraturan.

H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa antara kelas yang menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dengan kelas konvensional pada topik gerak lurus berubah beraturan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen. Penelitian kuantitatif eksperimen adalah penelitian yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Experimental Design* dengan jenis *Non-Equivalent Control Group Design* untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif. Penelitian ini menggunakan dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas yang mendapatkan perlakuan baru sesuai dengan yang diteliti, sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang mendapatkan perlakuan berbeda dari kelas eksperimen. Kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran direct instruction. Secara umum desain penelitian (Sugiono, 2021) yang digunakan dapat digambarkan pada gambar berikut.

E	O ₁	X	O ₂
K	O ₃		O ₄

Gambar 3. Desain *Non-Equivalent Control Group Design*.

Keterangan:

E = kelas eksperimen

- K = kelas kontrol
O₁ = *Pretest* pada kelas eksperimen
O₂ = *Posttest* pada kelas eksperimen
O₃ = *Pretest* pada kelas kontrol
O₄ = *Posttest* pada kelas kontrol
X = *Treatment*

3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 di SMA Negeri 2 Gedong Tataan.

3.3 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa-siswi kelas X MIPA di SMA Negeri 2 Gedong Tataan semester ganjil tahun ajaran 2023/2024.

3.4 Sampel Penelitian

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah dua kelas X MIPA. Kelas X MIPA 1 berjumlah 32 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas X MIPA 3 berjumlah 31 siswa sebagai kelas kontrol di SMA Negeri 2 Gedong Tataan.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian terdiri atas dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini, yaitu model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD, sedangkan variabel terikatnya, yaitu keterampilan berpikir kreatif.

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian yaitu:

1. Tahap Persiapan

Adapun kegiatan pada tahap ini yaitu sebagai berikut.

- a) Peneliti meminta izin kepada Kepala Sekolah SMA Negeri 2 Gedong Tataan.
- b) Peneliti melakukan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika untuk mengetahui keadaan awal siswa kelas X SMA Negeri 2 Gedong Tataan.
- c) Peneliti menentukan sampel penelitian.
- d) Peneliti mengkaji teori yang relevan dengan judul penelitian yang dilakukan.
- e) Peneliti mempersiapkan instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang digunakan pada saat pelaksanaan penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan, yaitu dapat dilihat pada **Tabel 3.** berikut ini.

Tabel 3. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
a) Peneliti memberikan tes awal (<i>pretest</i>) untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif awal siswa	a) Peneliti memberikan tes awal (<i>pretest</i>) untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif awal siswa
b) Peneliti memberikan perlakuan menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD	b) Peneliti memberikan perlakuan menggunakan pembelajaran direct instuction
c) Peneliti memberikan tes akhir (<i>posttest</i>) kepada siswa	c) Peneliti memberikan tes akhir (<i>posttest</i>) kepada siswa

3. Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang telah dilakukan pada tahap akhir ini, yaitu sebagai berikut.

- a) Peneliti mengolah data yang telah diperoleh.
- b) Peneliti membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c) Peneliti memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data serta pembahasan.

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen pengukuran kemampuan berpikir kreatif siswa yang berupa lembar tes soal. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa pada awal pembelajaran dan mengukur tingkat perubahan kemampuan siswa pada akhir pembelajaran.

3.8 Analisis Instrumen

Sebelum instrumen digunakan dalam penelitian, instrumen harus diuji terlebih menggunakan uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan program IBM SPSS Statistics 25.

3.8.1 Uji Validitas

Validitas merupakan ukuran yang menunjukkan suatu kevalidan sebuah instrumen. Suatu instrumen yang valid mempunyai validitas tinggi, sedangkan instrumen yang kurang valid mempunyai validitas rendah. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2021). Menguji validitas instrumen menggunakan

rumus korelasi product moment yang dikemukakan oleh Karl Pearson, yaitu 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 sampel uji coba
 X = Skor Rata-rata X
 Y = Skor Rata-rata Y

Tabel koefisien validitas instrumen, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. Koefisien Validitas

Koefisien	Kualifikasi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,79	Tinggi
0,40 – 0,59	Sedang
0,20 – 0,39	Rendah
0,0 – 0,19	Sangat rendah

(Sumber: Arikunto, 2011)

Uji validitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan IBM SPSS Statistics 25. Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes kemampuan berpikir kreatif pada topik GLBB yang dapat dilihat pada **Tabel 5**. (Secara lengkap pada lampiran 13)

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Intrumen Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Topik GLBB

No Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan
1	0,491	Valid
2	0,437	Valid
3	0,791	Valid
4	0,717	Valid
5	0,629	Valid
6	0,531	Valid

Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} , yaitu sebesar 0,355. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen kemampuan berpikir kreatif pada topik GLBB diketahui bahwa 6 butir soal semuanya valid dengan nilai *Pearson Correlation* $> 0,355$.

3.8.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas tidak sama dengan validitas, tinggi rendahnya reliabilitas ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut nilai koefisien reliabilitas. Menguji reliabilitas instrumen menggunakan rumus cronbach's alpha, yaitu sebagai berikut.

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

Keterangan:

r_{11} = Koefisien Reliabilitas Instrumen

k = Jumlah butir soal

$\sum \delta_b^2$ = Jumlah varians butir

δ_t^2 = Varians total

Tabel koefisien reliabilitas instrumen, yaitu sebagai berikut.

Tabel 6. Koefisien Reliabilitas

Koefisien	Kualifikasi
$0,800 \leq r < 1,000$	Sangat Tinggi
$0,600 \leq r < 0,799$	Tinggi
$0,400 \leq r < 0,599$	Cukup
$0,200 \leq r < 0,399$	Rendah
$0,000 \leq r < 0,199$	Sangat Rendah

(Sumber: Rahayu dkk., 2020)

Reliabilitas instrumen soal pada penelitian ini adalah menggunakan metode KR-20. Berdasarkan hasil uji reliabilitas pada perhitungan

KR-20 menunjukkan bahwa instrumen soal kemampuan berpikir kreatif pada topik GLBB diperoleh angka 0,621 yang artinya reliabel.

Setelah uji instrumen dilakukan, dan didapatkan hasil uji validitas dan reliabilitas yang diinginkan, maka instrumen sudah siap digunakan kemudian diberikan pada sampel sesungguhnya.

3.9 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data hasil belajar yang dilakukan dengan teknik tes. Pemberian *pretest* kepada seluruh siswa, pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, sebelum kegiatan pembelajaran dilaksanakan. Pemberian *posttest* kepada seluruh siswa, pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, setelah pembelajaran.

Berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* selanjutnya diperoleh rata-rata nilai *N-gain*. Tes yang diberikan bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa dengan PjBL terintegrasi STEM berbasis ESD pada kelas eksperimen dan pembelajaran direct instuction pada kelas kontrol. Soal tes yang diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sama.

Penilaian ini menggunakan rumus:

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

Kriteria interpretasi observasi, yaitu sebagai berikut.

Tabel 7. Kriteria Interpretasi Observasi

Interval Persentase (%)	Kriteria
≥ 80	Sangat Baik
66 – 79	Baik
46 – 65	Cukup
40 – 45	Kurang
≤ 40	Sangat Kurang

(Sumber: Avianti & Yonata, 2015)

3.10 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.10.1 Analisis Data

1. Uji *N-gain*

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

$$(g) = \frac{\text{posttest} - \text{pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{pretest}}$$

Hasil perhitungan *N-gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi Meltzer (2002) seperti pada **Tabel 8.**

Tabel 8. Klasifikasi Gain

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

2. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah data dari penelitian yang telah dilakukan berdistribusi normal atau tidak dengan menggunakan kolmogorov smirnov dengan ketentuan, yaitu sebagai berikut.

H_0 : Data Berdistribusi Normal

H_1 : Data Tidak Berdistribusi Normal

Dasar pengambilan keputusan untuk uji normalitas, yaitu sebagai berikut.

- a. Apabila nilai sig. > 0,05 maka H_0 diterima, artinya data berdistribusi normal.
- b. Apabila nilai sig. \leq 0,05 maka H_0 ditolak atau H_1 diterima, artinya data tidak berdistribusi normal.

(Koroh & Ly, 2020)

3. Uji Homogenitas

Tujuan dilakukan uji homogenitas adalah untuk menentukan apakah dua atau lebih kelompok varian data homogen (sama) atau heterogen (tidak sama). Uji homogenitas varians dilakukan dengan menggunakan uji levene. Adapun hipotesis statistik dalam uji homogenitas yaitu sebagai berikut.

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

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

Dasar pengambilan keputusan untuk uji homogenitas, yaitu sebagai berikut.

- a. Apabila nilai sig. > 0,05 maka H_0 diterima.
- b. Apabila nilai sig. \leq 0,05 maka H_0 ditolak atau H_1 diterima.

(Agustianti & Amelia, 2018)

3.10.2 Pengujian Hipotesis

Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini, hipotesis yang diujikan dengan menggunakan Uji *Independent Sample T-Test*, *Effect Size* dan Uji ANCOVA pada program IBM SPSS *Statistics 25*.

1. Uji Independent Sample T-Test

Uji Independent Sample T-Test dapat digunakan apabila data berdistribusi normal. Namun, jika data tidak berdistribusi normal atau tidak homogen menggunakan Uji *Mann-Whitney U*.

Hipotesis yang diuji, yaitu sebagai berikut.

- a. H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa antara kelas yang menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dengan kelas konvensional pada topik gerak lurus berubah beraturan.
- b. H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa antara kelas yang menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dengan kelas konvensional pada topik gerak lurus berubah beraturan.

Dasar pengambilan keputusan Uji *Independent Sample T-Test*, yaitu sebagai berikut.

- a. Apabila nilai sig. atau sig. (*2-tailed*) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
- b. Apabila nilai sig. atau sig. (*2-tailed*) $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

2. *Effect Size*

Nilai *Effect Size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas dan variabel moderatonya terhadap variabel terikat dalam sebuah penelitian. Berikut adalah rumus *effect size* menurut Cohen *et al.*, (2007).

$$d = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

d : *Effect Size*

Y_e : Nilai rata-rata perlakuan eksperimen

Y_c : Nilai rata-rata perlakuan kontrol

S_c : : Simpangan baku kelompok pembanding

Tabel 9. Interpretasi *Effect Size*

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

3. Uji ANCOVA

Menurut Mackey and Gass (2005) uji ancova merupakan analisis statistika untuk menguji hipotesis yang berguna untuk meningkatkan derajat ketelitian dalam penelitian karena didalamnya peneliti melakukan pengaturan terhadap pengaruh variabel lain, seperti nilai *Pretest*, dan *Posttest*. Tujuan ANCOVA adalah untuk mengetahui/ melihat pengaruh perlakuan/faktor terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain.

Standar Penerimaan dan Penolakan Hipotesis

H_0 diterima, H_1 ditolak jika nilai Sig ≥ 0.05

H_0 ditolak, H_1 diterima jika nilai Sig < 0.05

H_0 : Tidak terdapat peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir kreatif siswa antara kelas yang menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dengan kelas konvensional pada topik gerak lurus berubah beraturan.

H_1 : Terdapat peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir kreatif siswa antara kelas yang menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dengan kelas konvensional pada topik gerak lurus berubah beraturan

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di SMAN 2 Gedongtataan pada kelas X MIPA 1 dan X MIPA 3 semester ganjil 2023/2024 dapat disimpulkan bahwa implementasi pembelajaran STEM-PjBL berbasis ESD dapat mempengaruhi kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kemampuan berpikir kreatif siswa mengalami peningkatan dikarenakan siswa dapat memecahkan masalah dengan menggabungkan keempat disiplin ilmu dalam proses pembelajaran, bukan hanya dengan konsep tetapi secara nyata menyatakan solusi dari permasalahan tersebut sehingga siswa menjadi lebih aktif, mudah memahami dan mengerti topik fisika tersebut, dibuktikan saat pengerjaan siswa pada pretest dan posttest yang mengandung setiap indikator kemampuan berpikir kreatif. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil kemampuan berpikir kreatif semua indikator pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan nilai *effect size* sebesar 2,308 dengan kategori besar. Hal ini juga didukung dengan data perolehan dari uji *Independent Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa pembelajaran STEM-PjBL berbasis ESD dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada topik GLBB.

5.2 Saran

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

1. Siswa dapat lebih meningkatkan kedisiplinan dan konsentrasi dalam pembelajaran sehingga pembelajaran berlangsung dengan lebih efektif, serta guru dapat menggunakan STEM-PjBL berbasis ESD dalam proses pembelajaran agar dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA.
2. Kepada peneliti selanjutnya, sebaiknya LKPD yang diberikan kepada siswa harus diujikan terlebih dahulu sehingga kevalidan nya 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. <https://doi.org/10.17478/jegys.513308>
- 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), 202-212. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project-based Learning Integrated to STEM to Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261-267. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Agustianti, R. & Amelia, R. (2018). Analisis Kemampuan Koneksi Matematis Siswa dengan Menggunakan Model Pembelajaran CORE (Connecting, Organizing, Reflecting, Extending). *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 1(1), 1-6. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i1.p1-6>
- Almuharomah, F. A., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2019). Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal “Beduk” untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.20527/bipf.v7i1.5630>
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian dalam Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta. 413 Halaman.
- Astri, E. K., Siburian, J., & Hariyadi, B. (2022). Pengaruh Model Project-based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Berkomunikasi Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(1), 51-59. <https://doi.org/10.22437/bio.v8i1.16061>
- Avianti, R. & Yonata, B. (2015). Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Materi Asam Basa Kelas XI SMAN 8 Surabaya. *UNESA Journal of Chemical Education*, 4(2), 224–231. <https://doi.org/10.26740/ujced.v4n2.p%25p>

- Baidowi, A., Sumarmi, Amirudin, A. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Kemampuan Menulis Karya Ilmiah Geografi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 20(1), 48-58.
<http://dx.doi.org/10.17977/um017v20i12015p048>
- Barth, M., Michelsen, G., Rieckmann, M., Thomas, I. (2016). *Introduction*. In M. Barth, G. Michelsen, M. Rieckmann, & I. Thomas (Eds.), *Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development*. London: Routledge, 1-7.
- Cahyo, A. N. (2013). *Panduan Aplikasi Teori-Teori Belajar Mengajar Teraktual dan Terpopuler*. Jogjakarta: Divapres. 313 Halaman.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., Morgan, J. R. (2013). *STEM Project based Learning an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Netherlands: Sense Publsiher. 210 Halaman.
- Cohen, L., Manion, L., dan Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6thed.). London, New York: Routledge Falmer. 656 Halaman.
- Desi, N., Gembong, S., & Andari, T. (2013). Proses Berpikir Kreatif Siswa SMP yang Mengikuti Bimbingan Belajar dalam Menyelesaikan Soal-Soal Ujian Nasional. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1 (2), 1-15.
<http://doi.org/10.25273/jipm.v1i2.475>
- 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). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0058-3>
- Fadilah, A. (2016). Pengaruh Pembelajaran Problem Solving terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.24853/fbc.2.1.1-8>
- Firdaus, H. M., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif dan Proses Pengembangan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP pada Pembelajaran Biologi. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i1.11452>
- Furi, L.M.I., Handayani, S., & Maharani, S. (2018). Eksperimen Model Pembelajaran Project-based Learning dan Project-based Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa Pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 49-60.
<https://doi.org/10.15294/jpp.v35i1.13886>
- Haerunisa, H., Prasetyaningsih, P., & Leksono, S. M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Menyelesaikan Soal HOTS Tema Air dan Pelestarian Lingkungan. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 5(1), 299–308. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i1.1199>

- Hall, A., & Miro, D. (2016). A Study of Student Engagement in Project-Based Learning Across Multiple Approaches to STEM Education Programs. *School Science and Mathematics*, 116(6), 310–319.
<https://doi.org/10.1111/ssm.12182>
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The Effect of Science , Technology , Engineering and Mathematics (STEM) Project Based Learning (PBL) on Students ' Achievement in Four Mathematics Topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Special Issue), 3–29.
<http://dx.doi.org/10.12973/tused.10168a>
- Handayani, A., Koeswanti, H., D. (2021). Meta-Analisis Model Pembelajaran Problem-based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1349-1355.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.924>
- Hartati. (2022). Penerapan Model Project-based Learning dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Membangun Karakter Abad 21 Siswa Kelas IV. *Journal of Education Research*, 1(2), 192-197.
<https://pedirresearchinstitute.or.id/index.php/THEJOER/article/view/147>
- Hasanah, S., Parno, Hidayat, A. (2021). Identifikasi Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Termodinamika. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(9), 1406-1412.
<http://dx.doi.org/10.17977/jptpp.v6i9.14987>
- Hyun, C. C. (2020). Piaget Versus Vygotsky: Implikasi Pendidikan Antara Persamaan dan Perbedaan. *Journal Of Industrial Engineering & Management Research (Jiemar)*, 1(2), 286-293.
<https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i3.92>
- Im, H., Hokanson, B., & Johnson, K. K. P. (2015). Teaching Creative Thinking Skills: A Longitudinal Study. *Clothing and Textiles Research Journal*, 33(2), 129–142. <https://doi.org/10.1177/0887302X15569010>
- Kalsoom, Qudsia & Khanam, Afifa. (2017). Inquiry into Sustainability Issues by Preservice Teachers: A Pedagogy to Enhance Sustainability Consciousness, *Journal of Cleaner Production*, 164, 1301-1311.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.047>
- Kelley, T. R., Knowles, J. G. (2016). A Conceptual framework for integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11.
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kementerian Pendidikan Nasional (KPN). (2010). *Modul Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development/ ESD) melalui kegiatan Intrakulikuler*. Jakarta: Balitbang Kemdiknas. 95 Halaman.
- Kementerian Pendidikan Nasional (KPN). (2010). *Panduan Peningkatan Kompetensi Pendidik dan Tenaga Kependidikan Nonformal dalam*

Rangka Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development) Melalui Pusat Pengembangan dan Tenaga Kependidikan (PPPPPTK). Jakarta: Kemdiknas. 45 Halaman.

- Kenett, Y. N., Levy, O., Kenett, D. Y., Stanley, H. E., Faust, M., & Havlin, S. (2018). Flexibility of Thought in High Creative Individuals Represented by Percolation Analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717362115>
- KNIU. 2014. *Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development) di Indonesia Implementasi dan Kisah Sukses*. Jakarta: Komisi Nasional Indonesia untuk UNESCO (KNIU) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 95 Halaman.
- Koroh, T. R. & Ly, P. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Problem-based Learning dalam Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan*, 6(1), 126-132. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i1.2445>
- Kristiani, K. D., Mayasari, T., Kurniadi, E. (2017). Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika III 2017*, 266-274. ISSN: 2527-6670. 288 Halaman.
- Lestari, N. A., Eraku, S. S., & Rusiyah, R. (2021). Pengaruh Pembelajaran Berintegrasikan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Terhadap Hasil Belajar Geografi Di SMA Negeri 1 Gorontalo. *Jambura Geo Education Journal*, 2(2), 70-77. <https://doi.org/10.34312/jgej.v2i2.11587>
- Mackey, A., & Gass. (2005). *Second Language Research : Method and Design London*: London Lawrence Erlbaun Associate Publishers. 422 Halaman.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Marhami. (2015). Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif dan Komunikasi Matematis Melalui Pembelajaran Problem Based Learning. *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*. ISBN: 978-602-73403-0-5.
- Marliani, N. (2015). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran Missouri Mathematics Project (MMP). *Jurnal Formatif*, 5(1), 14-25. <http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v5i1.166>
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D. (2014). Pengaruh Pembelajaran terintegrasi Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Hasil Belajar Peserta Didik: Studi Meta Analisis. *Prosding Semnas Pensa VI "Peran Literasi Sains"*. ISBN: 978-979-028-686-3.

- Meadows, M. E. (2020). Geography Education for Sustainable Development. *Geography and Sustainability*, 1(1), 88-92.
<https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.02.001>
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics: A Possible in Hidden Variable in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259-1268.
<https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Mulyani, Tri. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana Universitas Negeri Semarang*. 453-460. ISSN: 2686-6404.
- Muslimin, D. (2014). *Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematik Siswa di MTs. Mu'allimien Muhammadiyah Bogor*. [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. Institutional Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
<http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/40348>
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X SMA/MA. *Jurnal Inkuiri*, 7(1), 81-92. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i1.19792>
- Nurhakiki, E., Hartini, T. I. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif pada Pembelajaran Fisika Topik Bahasan Momentum Implus. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 2(1), 174-178.
- Nurhidayah, I.J., Wibowo, F.C., & Astra, I.M. (2021). Project-based Learning (PjBL) Learning Model in Science Learning: Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(012043), 1-6.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>
- Nurjanah, S., Hamdu, G., Respati, R. (2019). Lembar Kerja Siswa berbasis Education for Sustainable Development pada Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Pedadidaktika: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 6(2), 275-287. <https://doi.org/10.17509/pedadidaktika.v6i2.53910>
- Pappas, E., Pierrakos, O., Nagel, R., (2013). Using Bloom's Taxonomy to Teach Sustainability in Multiple Contexts. *Journal of Cleaner Production*, 48, 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.039>
- Puspitarini, Dyah. (2022). Blended Learning sebagai Model Pembelajaran Abad 21. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 7(1), 1-6.
<https://doi.org/10.51169/ideguru.v7i1307>
- Rahayu, D., Puspita, A. M. I., & Puspitaningsih, F. (2020). Keefektifan Model *Project-based Learning* untuk Meningkatkan Sikap Kerjasama Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 7(2), 111-122.
<https://doi.org/10.25134/pedagogi.v7i2.3626>

- Rahmazatullaili, Zubainur, C. M., & Munzir, S. (2017). Kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah siswa melalui penerapan model *Project-based Learning*. *BETA (Jurnal Tadris Matematika)*, 10, 166-183.
<http://dx.doi.org/10.20414/betajtm.v10i2.104>
- Ralph, R.A. (2016). Post Secondary Project-based Learning In Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Journal of Technology and Science Education*, 6(1), 26-35. <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.155>
- Ridha, M.R., Zuhdi, M., Ayub, S. 2022. Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL berbasis STEM dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 223-228.
<https://doi.org/10.29303/jipp.v7i1.447>
- Sari, W. P., Arif, H., & Sentot K. (2018). Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA dalam Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan*, 3(6), 751-757.
<http://dx.doi.org/10.17977/jptpp.v3i6.11155>
- Setyowati, Y., Firda, R., & Kasmita, W. (2021). STEM Education: Exploring Practices Across Education Levels. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21(3), 686-690.
<https://doi.org/10.1007/s42330-021-00172-4>
- Slavin, Robert E. (2011). *Psikologi Pendidikan (Teori dan Praktik) Jilid 2*. Jakarta: PT. Indeks. 365 Halaman.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sugrah, Nurfatimah. (2019). Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme dalam Pembelajaran Sains. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 19(2), 121-138. <https://doi.org/10.21831/hum.v19i2.29274>
- Sunarno, W. (2018). Pembelajaran IPA di Era Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika IV 2018*, 2018(4), 1-7.
<http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SNPF/article/viewFile/630/602>
- Suparlan. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *Islamika : Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan*, 1(2), 79-88.
<https://doi.org/10.36088/islamika.v1i2.208>
- Suripah, S., & Sthephani, A. (2017). Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Akar Pangkat Persamaan Kompleks Berdasarkan Tingkat Kemampuan Akademik. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12 (2), 149-160.
<https://doi.org/10.21831/pg.v12i2.16509>
- Susilawati, A., Hernani, H., & Sinaga, P. (2017). The Application of project-Based Learning Using Mind Maps to Improve Students' environmental Attitudes Towards Waste Management In Junior High Schools.

- International Journal of Education*, 9(2), 120- 125.
<https://doi.org/10.17509/ije.v9i2.5466>
- Syahrin, A., Dawud, Suwignyo, H., & Priyatni, E. T. (2019). Creative Thinking Patterns In Student's Scientific Works Eurasian. *Journal of Education Research*, 81(2019) , 21-36. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1217283.pdf>
- The George Lucas Educational Foundation. (2005). *Instructional Module Project Based Learning*. [Online]. Diakses dari <http://www.edutopia.org/modules/pbl/project-based-learning>
- Torlakson, (2014). INNOVATE: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education. *California: California Departement Of Education*. 52 Halaman.
- Tristananda, P. W. (2018). Membumikan Education for Sustainable Development (ESD) di Indonesia dalam Menghadapi Isu-Isu Global. *Purwadita*, 42-49. <https://doi.org/10.55115/purwadita.v2i2.86>
- Ulfa, F. M., Asikin, M., & Dwidayati, N. K. (2019). Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa dengan Pembelajaran PjBL terintegrasi Pendekatan STEM. *Prosiding Seminar*, 4(2), 612-617. ISSN: 2686-6404
- UNESCO. (2015). *Framework for Action Education 2030: Towards Inclusive and Equitable Quality Education and Lifelong Learning for All*. Incheon: UNESCO.
- Utami, R. P., Probosari, R. M., & Fatmawati, U. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantu Instagram Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X SMA Negeri 8 Surakarta. *Bio-Pedagogi*, 4(1), 46-52. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v4i1.5364>
- Warsono, & Hariyanto. (2014). *Pembelajaran Aktif Teori dan Asesmen*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. 315 Halaman.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & Koes, S. (2016). STEM: Apa, Mengapa, Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, Vol.1, 976-984.
- Winarti, Sulisworo, D. & Kaliappen, N. (2021). Evaluation of STEM-based Physics Learning on Students' Critical Thinking Skills: A Systematic Literature Review. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*, 4(2), 23-31. <https://doi.org/10.12928/irip.v4i2.3814>
- Wulandari, Y. & Jannah, M. (2018). Penerapan Model Project-based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di Kelas V Min 38 Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 6(1), 793-797.