

**PENERAPAN MODEL PjBL TERINTEGRASI STEAM BERBANTUAN LKPD
ELEKTRONIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KREATIF PESERTA DIDIK PADA TOPIK PEMANASAN GLOBAL**

(Skripsi)

Oleh

MITHA NUR CAHYANI

NPM 1913022032



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

ABSTRAK

PENERAPAN MODEL PjBL TERINTEGRASI STEAM BERBANTUAN LKPD ELEKTRONIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK PADA TOPIK PEMANASAN GLOBAL

Oleh

MITHA NUR CAHYANI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global, dengan desain penelitian *Non-equivalent Control Group Design*. Sampel yang digunakan sebanyak 62 peserta didik kelas XI MIPA 4 dan XI MIPA 2 di SMA 13 Bandar Lampung tahun ajaran 2022/2023. Instrumen yang digunakan adalah soal tes uraian tentang topik pemanasan global. Berdasarkan hasil penelitian diketahui nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen sebesar 0.5683 lebih besar dari kelas kontrol dengan nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0.4877 yang berada pada kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan dengan kelas kontrol. Didukung dari data hasil uji hipotesis *Independent Sample T-Test* diperoleh nilai *Sig. (2-tailed)* sebesar 0.037 yang artinya penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik dapat berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global.

Kata Kunci: Berpikir Kreatif, LKPD Elektronik, Pemanasan Global, PjBL-STEAM

**PENERAPAN MODEL PjBL TERINTEGRASI STEAM BERBANTUAN LKPD
ELEKTRONIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KREATIF PESERTA DIDIK PADA TOPIK PEMANASAN GLOBAL**

Oleh

MITHA NUR CAHYANI

Skripsi

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

Pada

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



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

Judul Skripsi

**: PENERAPAN MODEL PjBL TERINTEGRASI
STEAM BERBANTUAN LKPD ELEKTRONIK
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK PADA
TOPIK PEMANASAN GLOBAL**

Nama Mahasiswa

: Mitha Nur Cahyani

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1913022032

Program Studi

: Pendidikan Fisika

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd.
NIP 19800330 200501 2 001



Anggreini, S.Pd., M.Pd.
NIP 19910501 201903 2 029

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Viyanti, S.Pd., M. Pd.**



.....

Sekretaris : **Anggreini, S.Pd., M.Pd.**



.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Wayan Suana, S.Pd., M.Si.**



.....

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. **Dr. Sunyono, M.Si.**
NIP 196512301991111001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **19 Desember 2023**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Mitha Nur Cahyani
NPM : 1913022032
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Batumarta VII Blok G, Desa Wana Bakti, Kec. Madang
Suku III, Kab. OKU Timur

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

Bandar Lampung, 19 Desember 2023



Mitha Nur Cahyani
NPM 1913022032

RIWAYAT HIDUP

Mitha Nur Cahyani dilahirkan di Bandung, pada tanggal 17 Juli 2001, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, putri sulung dari Bapak Agus Rianto dan Ibu Murdiyati. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2007 di SDN 02 Trans Batumarta VII sampai dengan tahun 2013, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Mts Darussalam Batumarta VI dan lulus pada tahun 2016, setelah itu penulis melanjutkan studi di SMAN 14 OKU dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis diterima terdaftar sebagai mahasiswa program studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Tahap demi tahap telah dilalui penulis, mulai dari tahap Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Ulu Danau, Kabupaten Oku Selatan pada bulan Januari-Februari 2022, serta pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) yang harus dilaksanakan di lokasi KKN penulis, yaitu SDN 02 Sindang Danau Oku Selatan.

MOTTO

“It’s not always easy, be strong because there are better days ahead”

(Mark Lee)

“Done is better than perfect”

(Mitha Nur Cahyani)

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan penuh kerendahan hari, penulis mempersembahkan lembaran karya tulis ini sebagai tanda bakti tulus kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Agus Rianto dan Ibu Murdiyati yang telah membesarkan, mendidik, dan mendukung setiap pilihan penulis;
2. Saudara kandung penulis yang terkasih Dimas Galang Saputra;
3. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya. Berkat limpahan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Model PjBL Terintegrasi STEAM Berbantuan LKPD Elektronik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Topik Pemanasan Global” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung. Penulis menyadari bahwa terdapat bantuan dari berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung, dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I, atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini
5. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku dosen Pembahas, atas kesediaan dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritik kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini;
6. Ibu Anggreini, S.Pd., M.Pd., selaku dosen Pembimbing II, atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini

7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
8. Bapak Febriansah, S.Pd., M.Pd., selaku kepala SMAN 13 Bandar Lampung beserta jajaran yang telah memberikan izin bagi penulis untuk melaksanakan penelitian di sekolah;
9. Bapak Drs. Agus Sugianto, selaku Guru Mitra SMAN 13 Bandar Lampung yang telah banyak membantu dan bekerjasama selama penelitian berlangsung;
10. Peserta Didik kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 4 yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran;
11. Teman-teman seperjuangan Sinergi Mahasiswa Pendidikan Fisika Angkatan 2019, dan teman-teman satu Pembimbing Akademik SIMPATI;
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 19 Desember 2023

Mitha Nur Cahyani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kerangka Teoretis	8
2.1.1 Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	8
2.1.2 <i>Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic</i> (STEAM) ...	11
2.1.3 Model Pembelajaran PjBL-STEAM.....	14
2.1.4 LKPD Elektronik.....	16
2.1.5 Kemampuan Berpikir Kreatif	18
2.1.6 Pemanasan Global	20
2.2 Penelitian Relevan	24
2.3 Kerangka Pemikiran	26
2.4 Anggapan Dasar	30
2.5 Hipotesis Penelitian	31
III. METODE PENELITIAN	32
3.1 Pelaksanaan Penelitian	32
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	32
3.3 Variabel Penelitian	32
3.4 Desain Penelitian	33
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	34
3.6 Instrumen Penelitian.....	37
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	38
3.7.1 Uji Validitas.....	38
3.7.2 Uji Reliabilitas.....	39
3.7.3 Uji Tingkat Kesukaran.....	40
3.7.4 Uji Daya Beda	41
3.8 Teknik Pengumpulan Data	41

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	42
3.9.1 Analisis Data.....	42
3.9.2 Pengujian Hipotesis	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Penelitian.....	47
4.1.1 Pelaksanaan Penelitian	47
4.1.2 Hasil Uji Instrumen Penelitian	48
4.1.3 Data Kuantitatif Penelitian	51
4.1.4 <i>N-Gain</i> Penguasaan Materi.....	52
4.1.5 Hasil Uji Normalitas.....	54
4.1.6 Hasil Uji Homogenitas	54
4.1.7 Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	54
4.2 Pembahasan	55
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	96
5.1 Simpulan	96
5.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	18
2. Perilaku dari Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	19
3. Kaitan Sintaks PjBL-STEAM dengan Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	20
4. Pemetaan Materi KD 3.12	23
5. Penelitian Relevan	24
6. Desain Eksperimen <i>Non-equivalent Control Group Design</i>	33
7. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	34
8. Koefisien Validitas Tes	39
9. Kriteria Koefisien Reliabilitas Instrumen	40
10. Kriteria Indeks Kesukaran Butir Soal	41
11. Kriteria Daya Pembeda Butir Soal	41
12. Kriteria Interpretasi <i>N-gain</i>	42
13. Tafsiran Efektifitas Standar <i>N-Gain</i>	43
14. Hasil Uji Validitas Instrumen	49
15. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Topik Pemanasan Global	49
16. Hasil Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal	50
17. Hasil Uji Daya Beda	50
18. Data Kuantitatif Hasil Penelitian Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	51
19. Analisis Butir Soal	52
20. Data Rata-rata Nilai <i>N-Gain</i>	53
21. Tabel Hasil Rata-rata Nilai <i>N-Gain</i> Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	53
22. Hasil Uji Normalitas Data <i>N-Gain</i>	54
23. Hasil Uji Homogenitas	54
24. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> Kemampuan Berpikir Kreatif	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mekanisme Perubahan Iklim.....	22
2. Kerangka Pemikiran.....	27
3. Grafik Rata-Rata Nilai <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Kreatif.	56
4. Grafik Rata-Rata Nilai <i>N-Gain</i> Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif.....	57
5. Wacana Dampak Pemanasan Global dan <i>Terrarium Climate Changes</i>	59
6. Rencana Proyek Poster dan <i>Terrarium Climate Changes</i>	63
7. Desain Proyek <i>Terrarium Climate Changes</i>	64
8. Pembuatan Proyek Poster dan <i>Terrarium Climate Changes</i>	67
9. Uji Coba Proyek <i>Terrarium Climate Changes</i>	69
10. Hasil Proyek Poster dan <i>Terrarium Climate Changes</i> Kelas Eksperimen.....	71
11. Hasil Proyek Poster dan <i>Terrarium Climate Changes</i> Kelas Kontrol.	71
12. Soal Nomor 9 (<i>Fluency</i>).....	73
13. Soal Nomor 6 (<i>Flexibility</i>).	78
14. Soal Nomor 7 (<i>Originality</i>).....	83
15. Soal Nomor 2 (<i>Elaboration</i>).	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pedoman dan Transkrip Wawancara Guru.....	111
2. Kuisisioner Studi Pendahuluan Peserta Didik	114
3. Silabus Pembelajaran	117
4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen	120
5. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol	136
6. LKPD Elektronik Pemanasan Global Kelas Eksperimen	147
7. LKPD Pemanasan Global Kelas Kontrol.....	159
8. Kisi-Kisi Instrumen Kemampuan Berpikir Kreatif.....	170
9. Lembar Soal Tes Kemampuan Berpikir Kreatif	172
10. Rubrik Penilaian Lembar Soal Tes	179
11. Rubrik Penilaian LKPD	182
12. Data untuk Uji Validitas dan Reliabilitas.....	185
13. Hasil Uji Validitas Lembar Soal Tes	187
14. Hasil Uji Reliabilitas Lembar Soal Tes.....	189
15. Hasil Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal dan Daya Beda.....	190
16. Data Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen	191
17. Data Pretest dan Posttest Kelas Kontrol.....	193
18. Hasil Pretest dan Posttest serta <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen	195
19. Hasil Pretest dan Posttest serta <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol	196
20. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Perindikator Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	197
21. Hasil Uji Statistik	199
22. Surat Keterangan Penelitian.....	202
23. Dokumentasi	203

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam abad ke-21 telah membawa dampak besar pada pendidikan dan kebutuhan kompetensi generasi modern. Salah satu pendekatan yang populer dalam pendidikan abad ke-21 adalah konsep 6C, yang mengacu pada enam kemampuan kunci yang dianggap penting bagi peserta didik untuk berhasil dalam dunia yang semakin terhubung dan berbasis teknologi. Kemampuan-kemampuan tersebut mencakup pada kemampuan *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, *communication*, *culture/citizenship*, dan *character education/connectivity* (Shabrina & Astuti, 2022).

Salah satu kemampuan kunci yang dibutuhkan pada abad ke-21 adalah kemampuan berpikir kreatif. Berpikir kreatif merupakan kemampuan menciptakan suatu gagasan yang baru untuk menghasilkan jawaban atau cara yang baru dan unik dalam menyelesaikan masalah (Rahmawati, 2022). Menurut Dewi dkk. (2019) kemampuan berpikir kreatif dapat diketahui dari keahlian menganalisis suatu data, serta memberikan respons penyelesaian masalah yang bervariasi.

Penelitian Dewi dkk. (2019) menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kreatif di Indonesia masih tercatat rendah, fakta ini dikonfirmasi berdasarkan hasil studi Global Creativity Index tahun 2015 yang menyatakan bahwa Indonesia menduduki urutan 86 dari 93 negara (Richard, 2015). Selain itu, berdasarkan hasil studi Global Innovation Index tahun 2021, Indonesia hanya menduduki urutan 87 dari 132 negara.

(Priyambodo dkk., 2021). Rendahnya kemampuan berpikir kreatif peserta didik diduga dapat terjadi karena pendidikan di Indonesia lebih ditekankan pada hafalan dan mencari satu jawaban yang benar terhadap soal-soal yang diberikan. Sehingga, proses pemikiran tingkat tinggi termasuk berpikir kreatif menjadi jarang dilatihkan (Munandar, 2019).

Hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 13 Bandar Lampung pada tanggal 22 Agustus 2022 didapatkan informasi bahwa guru belum pernah melakukan pengukuran kemampuan berpikir kreatif pada peserta didik. Berdasarkan studi pendahuluan pada 53 peserta didik kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 3, diperoleh informasi dari 8 butir pertanyaan dan pernyataan terkait indikator kemampuan berpikir kreatif peserta didik, dari 53 peserta didik 28 orang menyatakan telah mampu memberikan gagasan dan ide yang bervariasi mengenai suatu masalah selama kegiatan belajar, 4 orang menyatakan belum mampu dan 21 orang ragu-ragu. Selain itu, 33 peserta didik menyatakan belum dapat menerapkan konsep, sifat, atau aturan dalam contoh pemecahan masalah fisika, 15 orang menyatakan sudah mampu dan 5 orang menyatakan ragu-ragu.

Proses pembelajaran mulai semester ganjil sudah berjalan dengan 100% tatap muka setelah peraturan sebelumnya pembelajaran sebagian dilakukan secara daring dan sebagian lagi dilakukan secara luring, pada saat membuka pembelajaran fisika di kelas guru selalu mengawali dengan fenomena-fenomena kehidupan yang berkaitan dengan materi yang diajarkan. Pembelajaran di kelas berlangsung dengan metode ceramah di mana penyampaian materi berupa pemaparan oleh guru dan diskusi oleh peserta didik, dalam proses menjawab pertanyaan dan penugasan sebagian besar peserta didik sudah mampu menjawab pertanyaan secara keseluruhan dan masih terdapat beberapa peserta didik yang belum mampu menyelesaikan semua permasalahan, hal ini karena kemampuan kognitif peserta didik berbeda-beda. Selama proses pembelajaran guru sudah menggunakan media pembelajaran berupa LCD Proyektor, PPT, dan video pembelajaran.

Pemanasan global menjadi topik yang sangat penting untuk dipelajari oleh peserta didik mengingat bahwa permasalahan lingkungan yang terjadi secara global pada fenomena pemanasan global sedang menjadi perhatian dunia. Topik pemanasan global adalah topik yang kompleks dan sering kali sulit dipahami, peserta didik tidak dapat mengamati secara langsung terhadap proses-proses atau kejadian yang terjadi karena dampak dari pemanasan global tidak selalu terlihat secara langsung atau segera (Furqoniyah dkk., 2022). Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut, untuk melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global dapat dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran yang sesuai.

Model pembelajaran yang diharapkan mampu melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global adalah model *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran PjBL menerapkan pendekatan pembelajaran yang inovatif, kontekstual melalui kegiatan yang kompleks dan lebih menekankan pemberian kesempatan pada peserta didik untuk menghasilkan suatu karya. Karya yang dapat dihasilkan berupa suatu rancangan, model, prototipe atau produk nyata (Murti dkk., 2016).

Peran guru dalam pembelajaran berbasis proyek adalah sebagai fasilitator dan mediator, pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi besar untuk membuat pengalaman belajar lebih menarik dan relevan bagi peserta didik (Novianto dkk., 2018). Model PjBL mengarahkan peserta didik pada permasalahan nyata, meletakkan tanggung jawab pada peserta didik, dan proses penyelesaian proyek yang melibatkan kerja kelompok (Yulia Adytia Putri, 2022). Penyajian masalah nyata akan menuntut peserta didik dalam menyelesaikan sebuah permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari sehingga akan terlihat kreativitas dan cara berpikir peserta didik dalam proses penyelesaian masalah (Kosasih & Jaelani, 2020).

Pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematic (STEAM) dapat digunakan untuk mengimbangi paradigma PjBL karena membantu peserta didik memahami konsep, memecahkan masalah, dan mengembangkan karakter (Zb *et al.*, 2021). Upaya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif sejalan dengan suatu penelitian yang mengungkapkan bahwa pendekatan Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) memperoleh taraf kepercayaan 95% dan signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Ulfa dkk., 2019). Kemudian, pada tahun 2011 Kementerian Pendidikan Sains dan Teknologi (MEST) Korea menambahkan seni (art) ke dalam pendekatan STEM sehingga pendekatan ini berubah menjadi pendekatan STEAM (Munawar dkk., 2019). Seni dalam pendekatan STEM menimbulkan dampak positif seperti meningkatkan kreativitas, kemampuan dalam berimajinasi, serta keterampilan dalam memecahkan masalah menjadi menyenangkan (Belbase *et al.*, 2022). STEAM mendorong peserta didik untuk mengembangkan rasa ingin tahu dengan cara mengamati, menemukan, dan menyelidiki permasalahan secara aktif, kreatif, dan inovatif melalui teknologi (Jeong & Kim, 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rohman dkk. (2021), Fitriyah dan Ramadani (2021), model PjBL terintegrasi STEAM memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik SMA. Rohman dkk. (2021) mengungkapkan bahwa peserta didik yang mempunyai kemampuan pemahaman konsep yang tinggi juga memiliki keterampilan berpikir kreatif yang tinggi. Sedangkan, pada hasil penelitian Rahman dkk. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan model PjBL berbasis STEAM pada siklus I cukup signifikan dan pada siklus II signifikan. Meskipun penelitian menunjukkan bahwa peserta didik dengan pemahaman konsep yang tinggi memiliki kemampuan berpikir kreatif yang tinggi, masih ada variabilitas individu yang perlu dipertimbangkan. Tidak semua peserta didik dengan pemahaman konsep yang tinggi akan memiliki kemampuan berpikir kreatif yang sama. Selain itu, terdapat banyak faktor yang dapat memainkan peran diantaranya termasuk motivasi, lingkungan belajar, dan pendekatan

pengajaran. Peneliti mencoba menggunakan LKPD Elektronik sebagai solusi bahan ajar dalam membantu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Kinerja STEAM dapat dimaksimalkan melalui aspek teknologi dengan LKPD Elektronik sebagai bahan ajar selama pembelajaran, LKPD Elektronik dapat membantu peserta didik dalam memahami topik pembelajaran dan dijadikan sebagai pedoman dalam pengerjaan proyek. LKPD Elektronik berisi ringkasan topik pembelajaran, soal, dan petunjuk pelaksanaan tugas yang dikerjakan oleh peserta didik yang dikemas dalam multimedia interaktif (Awe & Ende, 2019). Penggunaan LKPD Elektronik dalam pembelajaran dapat membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan menarik minat belajar peserta didik (Suryaningsih & Nurlita, 2021). Selain itu, Dermawan dan Andartiani (2022) menyatakan bahwa penggunaan LKPD Elektronik berbasis STEAM cocok untuk kegiatan pembelajaran dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Berdasarkan beberapa penelitian tentang model PjBL terintegrasi STEAM masih jarang dilakukan pemanfaatan PjBL terintegrasi STEAM dengan berbantuan LKPD Elektronik. Peneliti melakukan penelitian dengan judul Penerapan Model PjBL Terintegrasi STEAM Berbantuan LKPD Elektronik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Topik Pemanasan Global dengan mencoba mengetahui pola hasil PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik Pemanasan Global?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik Pemanasan Global.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi guru dapat digunakan sebagai masukan dalam kegiatan pembelajaran di kelas menggunakan PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
2. Bagi peserta didik dapat digunakan untuk melatih peningkatan kemampuan berpikir kreatif melalui PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik dan menambah pengetahuan, serta pemahaman peserta didik terkait materi pemanasan global.
3. Bagi peneliti dapat digunakan untuk mengetahui kekurangan dalam penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik untuk proses pembelajaran selanjutnya, serta sebagai pengalaman dalam menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan di SMAN 13 Bandar Lampung dengan dua sampel penelitian, yaitu dua kelas XI IPA pada semester genap tahun ajaran 2022/2023.

2. Penelitian ini menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM dengan sintaks menurut Anindya and Wusqo (2020), yaitu: *starting essential questions, project design, monitoring students and progress of projects, assessing the outcomes and evaluating the experience*.
3. Penelitian ini berorientasi pada empat indikator berpikir kreatif menurut Meador (1997) yaitu, *fluency* (berpikir lancar), *flexybility* (berpikir luwes), *originality* (berpikir orisinal), dan *elaboration* (berpikir rinci).
4. Kompetensi dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah KD 3.12 dan 4.12 Fisika SMA/MA Kelas XI semester genap yang termuat dalam kurikulum 2013 pada topik pemanasan global.
5. Pengukuran adanya pengaruh model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik terhadap kemampuan berpikir kreatif dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *Independent Sample T-Test*, di mana jika nilai signifikansi < 0.05 maka terdapat pengaruh peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dan jika nilai signifikansi > 0.05 maka tidak terdapat pengaruh peningkatan kemampuan berpikir kreatif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoretis

2.1.1 Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Model pembelajaran merupakan komponen penting dalam proses belajar mengajar. Alur proses pembelajaran dapat diselaraskan dengan hasil yang diinginkan (Simbolon & Koeswanti, 2020). Model pembelajaran dapat diartikan sebagai tampilan grafis, prosedur kerja yang teratur atau sistematis, dan pemikiran deskriptif atau penjelas. Sebuah model pembelajaran digambarkan atau dijelaskan sebagai penyajian bagaimana pembelajaran dibangun atas dasar teori-teori seperti belajar, belajar, psikologi, komunikasi, sistem, dan sebagainya. Penerapan model pembelajaran biasanya didasarkan pada tujuan pembelajaran, sifat pelajaran, dan media yang relevan dengan tujuan (Dalimunthe & Ariani, 2023).

Penelitian ini menggunakan model pembelajaran PjBL. Model pembelajaran PjBL adalah model yang mengutamakan penyelesaian tugas kompleks berdasarkan pertanyaan yang menantang, melibatkan peserta didik dalam merancang, memecahkan masalah, mengambil keputusan, atau kegiatan investigasi, memungkinkan peserta didik untuk bekerja secara mandiri dari waktu ke waktu dan berpuncak pada suatu produk atau demonstrasi (Devindkk., 2019). PjBL merupakan strategi pengajaran konstruktivis yang semakin populer dalam pendidikan sains. PjBL juga dapat memberi peserta didik lebih banyak kebebasan, memungkinkan mereka untuk memilih topik yang sesuai, berkonsultasi dengan sumber daya, membagi tanggung jawab di

antara anggota kelompok, merancang dan menampilkan produk akhir (Aldabbus, 2018).

Karakteristik dari model pembelajaran PjBL yaitu dalam proses belajarnya menuntut peserta didik menyelesaikan pemecahan masalah berupa proyek yang nyata. Pada hasil analisis jurnal penelitian terdahulu, peneliti menemukan informasi mengenai teori karakteristik model PjBL.

Karakteristik model pembelajaran PjBL menurut Utami yaitu guru hanya berperan sebagai fasilitator dan mengevaluasi hasil kerja, menggunakan proyek sebagai media pembelajaran, menggunakan masalah yang ada pada kehidupan sehari-hari peserta didik sebagai langkah awal pembelajaran, menekankan pembelajaran kontekstual, dan menciptakan suatu produk sederhana sebagai hasil pembelajaran proyek (Utami dkk., 2018).

Model PjBL memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan pada saat diterapkan dalam proses pembelajaran. Kelebihan model pembelajaran PjBL, yaitu.

1. Meningkatkan motivasi karena dalam pembelajarannya melewati beberapa proses yang mendorong peserta didik untuk lebih berpikir kreatif.
2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Penelitian pada pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi peserta didik menekankan perlunya bagi peserta didik untuk terlibat di dalam tugas-tugas pemecahan masalah. Banyak sumber yang mendeskripsikan lingkungan belajar berbasis proyek membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan masalah-masalah yang kompleks.
3. Meningkatkan kolaborasi. Pentingnya kerja kelompok dalam proyek memerlukan peserta didik mengembangkan dan mempraktekkan keterampilan komunikasi. Teori kognitif konstruktivistik sosial menegaskan bahwa belajar adalah fenomena sosial dan bahwa peserta didik akan belajar lebih di dalam lingkungan kolaboratif.

4. Meningkatkan keterampilan mengolah sumber. Bagian dari menjadi peserta didik yang independen adalah bertanggung jawab untuk menyelesaikan tugas yang kompleks. Pembelajaran berbasis proyek yang diimplementasikan secara baik memberikan peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek, dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas (Astuti, 2017).

Adapun kekurangan model pembelajaran PjBL, yaitu.

1. Setiap mata pelajaran mempunyai kesulitan tersendiri, yang tidak dapat selalu dipenuhi di dalam proyek.
2. Sulit untuk memilih proyek yang tepat.
3. Menyiapkan tugas bukan suatu hal yang mudah.
4. Sulitnya mencari sumber-sumber referensi yang sesuai.

Langkah-langkah model pembelajaran PjBL yang dikembangkan oleh *The Lucas George Foundation* (Sari, 2018), yaitu.

1. Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With The Essential Question*). Pembelajaran diawali dengan pertanyaan yang dapat memberi penugasan kepada peserta didik untuk melakukan suatu aktivitas.
2. Mendesain Perencanaan Proyek (*Design Plan For The Project*). Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan peserta didik, tahap perencanaan ini berisi petunjuk pengerjaan proyek, pemilihan aktivitas yang mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial dengan mengintegrasikan beberapa subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses dalam menyelesaikan proyek.
3. Menyusun Jadwal (*Create Schedule*). Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas pengerjaan proyek. Aktivitas pada tahap ini yaitu membuat timeline, membuat deadline, membawa peserta didik merencanakan rencana yang baru, dan membimbing peserta didik ketika membuat penjelasan (alasan) pemilihan sesuatu.

4. Memonitoring Peserta Didik dan Kemajuan Proyek (*Monitoring*). Guru bertanggung jawab untuk melakukan monitor pada aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek.
5. Menguji Hasil (*Asses The Outcome*). Penilaian dilakukan guru untuk menguji tingkat ketercapaian peserta didik, mengevaluasi kemajuan peserta didik, memberi feedback atau umpan balik mengenai tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, dan membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran kedepannya.
6. Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate The Experience*). Pada tahap ini, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap hasil pengerjaan proyek yang sudah dijalankan (Sari, 2018).

Berdasarkan pemaparan di atas, model pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu model PjBL dengan langkah pembelajaran yang dikembangkan oleh *The Lucas George Foundation* (Sari, 2018).

Karakteristik pembelajaran dengan model PjBL yaitu, guru hanya berperan sebagai fasilitator dan mengevaluasi hasil kerja, menggunakan proyek sebagai media pembelajaran, menggunakan masalah yang ada pada kehidupan sehari-hari peserta didik sebagai langkah awal pembelajaran, menekankan pembelajaran kontekstual, dan menciptakan suatu produk sederhana sebagai hasil pembelajaran proyek (Utami dkk., 2018).

2.1.2 *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic (STEAM)*

STEAM berawal dari STEM, istilah STEM dikenalkan oleh NSF (*National Science Foundation*) Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai singkatan untuk “*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*”. Jadi dalam konteks Indonesia, STEM merujuk kepada empat bidang ilmu pengetahuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan dari keempat aspek ini merupakan pasangan yang serasi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan juga pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara kohesif dan pembelajaran

aktif karena keempat aspek dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Solusi yang diberikan menunjukkan bahwa peserta didik mampu untuk menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek (Hasanah, 2019). Pembelajaran STEAM muncul sebagai jawaban atas kebutuhan untuk meningkatkan minat dan keterampilan peserta didik di bidang *Science, Technology, Engineering, dan Mathematic (STEM)* (Quigley *et al.*, 2017). STEAM menggabungkan "Arts" dan pembelajaran STEM untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik, kreativitas, inovasi, keterampilan pemecahan masalah, dan manfaat kognitif lainnya (Liao, 2016).

STEAM adalah pendekatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk memperluas pengetahuan mereka dalam sains dan humaniora sekaligus mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk berkembang di abad 21, seperti keterampilan komunikasi, keterampilan berpikir kritis, kepemimpinan, kerja tim, kreativitas, ketangguhan, dan lainnya. *The Rhode Island School of Design* memelopori STEAM, yang menambahkan "Art" ke dalam kerangka STEM. Dimasukkannya "Art" dalam kerangka STEM penting sebagai praktik, seperti pemodelan, mengembangkan penjelasan, dan memunculkan kritik dan evaluasi (argumen) yang telah sering ditekankan dalam konteks matematika.

Pembelajaran dengan pendekatan STEAM membutuhkan sebuah konteks sebagai media untuk menumbuhkan pengintegrasian sains, teknologi, teknik, seni, dan disiplin matematika serta memberikan berbagai macam perlakuan dalam pengembangannya (Hasanah, 2019). Ciri-ciri pendekatan STEAM, yaitu: (1) ilmu yang mempresentasikan pengetahuan tentang hukum dan konsep yang berlaku di alam; (2) teknologi sebagai keterampilan atau sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau desain serta menggunakan alat yang dibuat untuk memfasilitasi pekerjaan; (3) rekayasa sebagai pengetahuan untuk merancang prosedur untuk memecahkan suatu masalah; (4) seni yang meliputi estetika, memunculkan kreativitas peserta didik dalam mendesain proyek. (5)

matematika sebagai ilmu pengetahuan yang menggabungkan bilangan yang hanya membutuhkan argumentasi logis yang disertai dengan bukti.

Mendefinisikan STEAM akan sangat membantu jika meninjau definisi setiap disiplin dan perannya dalam pendekatan STEAM. Berikut merupakan empat disiplin STEM beserta perannya masing-masing diantaranya.

1. **Science** (Pengetahuan) ialah penggunaan pengetahuan dan keterampilan proses yang telah terakumulasi dari waktu ke waktu dari sebuah pemeriksaan ilmiah yang menghasilkan pengetahuan baru.
2. **Technology** (Teknologi) ialah penggunaan teknologi yang dapat dikembangkan dan dapat mempermudah pekerjaan manusia.
3. **Engineering** (Teknik) merupakan cara mengoperasikan, mendesain atau merancang dengan rujukan dari Sains dan Teknologi.
4. **Mathematics** (Matematika) adalah studi tentang pola dan hubungan antara jumlah, angka, dan ruang. Matematika digunakan dalam sains, teknik dan teknologi. (Siswanto, 2018)

Pendekatan STEM dirasa belum cukup untuk mengembangkan daya kreativitas peserta didik sehingga ditambahkan unsur *Arts* kedalamnya yang diinisiasi oleh *Rhode Island School of Design* (Zubaidah, 2017).

5. **Arts** (Seni) tidak hanya mencoret-coret kertas dengan krayon atau cat, namun menunjukkan sisi kreatif dari otak seseorang, sisi otak tersebut yang memungkinkan seseorang untuk kreatif dalam menyelesaikan masalah.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini menerapkan pembelajaran berintegrasi pada pendekatan STEAM, penerapan pendekatan ini dilakukan dengan tujuan memberikan suatu aktivitas yang terdiri dari beberapa proyek di dalamnya yaitu dengan mengintegrasikan komponen-komponen STEAM, komponen *science* menjelaskan tentang pengetahuan mengenai pemahaman konsep materi, *technology* menjelaskan mengenai penggunaan teknologi terbaru yang memudahkan peserta didik dalam pelaksanaan aktivitas,

engineering menjelaskan tentang teknik-teknik yang digunakan peserta didik selama menyelesaikan proyek, *arts* dapat memunculkan kreativitas peserta didik dalam mendesain proyek, dan *mathematics* yang digunakan sebagai perhitungan dan mengelola data-data terkait dengan penyelesaian masalah selama aktivitas pembelajaran (Rahmawati, 2022).

2.1.3 Model Pembelajaran PjBL-STEAM

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)-STEAM memadukan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan pembelajaran *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM). Dengan mengintegrasikan setiap komponen STEAM, model PjBL-STEAM mendorong peserta didik untuk mendapatkan pengetahuan yang lebih dalam melalui eksplorasi aktif tantangan dan masalah dunia nyata (Annisa dkk., 2019).

Penggunaan PjBL untuk menerapkan pendekatan STEAM dapat membantu peserta didik mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi, komunikasi dan kolaborasi, literasi informasi, literasi media, literasi teknologi, fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi (Fatimah, 2017). Pendekatan STEAM yang menggunakan pembelajaran berbasis proyek, dapat membantu peserta didik mengembangkan *soft skill* seperti kolaborasi, komunikasi, pemikiran kritis, kepedulian terhadap lingkungan, kerja keras, kemampuan beradaptasi, tanggung jawab, akuntabilitas, berpikir kritis, kepemimpinan, rasa ingin tahu, dan kejujuran (Reza, 2017).

Penelitian menggunakan model PjBL terintegrasi *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) yang terdiri dari empat sintaks menurut (Anindya & Wusqo, 2020).

1. *Starting Essential Questions*

Peserta didik diberikan beberapa permasalahan lingkungan terkait dengan materi yang akan dipelajari dengan memuat konten *science*, peserta didik bekerja bersama dengan kelompok dalam memecahkan permasalahan yang diberikan dengan berdiskusi dan mengajukan pertanyaan mendasar terkait permasalahan tersebut.

2. *Project Design*

Peserta didik melakukan kegiatan berupa merancang dan mulai membuat sebuah proyek dengan mengandung unsur STEAM, sebelum merancang suatu proyek peserta didik terlebih dahulu mengumpulkan informasi terkait proyek yang akan dibuat. Pada tahap ini juga peserta didik mulai menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek, membuat sketsa atau gambar rancangan proyek, dan menyusun jadwal pengerjaan proyek.

3. *Monitoring Students and Progress of Projects*

Guru memonitor kegiatan pembuatan proyek dengan memperhatikan unsur STEAM, sebelum mulai mengerjakan proyek peserta didik terlebih dahulu menentukan tujuan penyelidikan pada pembuatan proyek, merumuskan masalah, dan melakukan konsultasi pengerjaan proyek.

4. *Assessing the Outcomes and Evaluating the Experience*

Kegiatan akhir dilakukan dengan presentasi proyek, penilaian dan evaluasi. Guru menilai proyek yang dibuat peserta didik dengan melihat unsur STEAM. Pada tahap ini peserta didik diberi kesempatan dalam memberikan masukan atau pertanyaan terhadap hasil presentasi antar kelompok.

Penggunaan PjBL dengan pendekatan STEAM dapat mengembangkan salah satu kemampuan peserta didik abad 21 yaitu kemampuan berpikir kreatif, penelitian ini menggunakan sintaks model PjBL-STEAM menurut (Anindya & Wusqo, 2020). Adapun sintaks model PjBL-STEAM menurut Anindya & Wusqo, 2020 yaitu: *starting essential questions, project design, monitoring*

students and progress of project, dan assessing the outcomes and evaluating the experience.

2.1.4 LKPD Elektronik

LKPD elektronik merupakan salah satu bahan ajar yang terintegrasi dengan teknologi yang di dalamnya terdapat gambar, animasi, dan video-video untuk menarik perhatian peserta didik dengan tujuan peserta didik tidak merasa bosan dalam pembelajaran. Kegiatan proses pembelajaran menggunakan LKPD Elektronik juga merupakan salah satu upaya untuk menyesuaikan dengan perkembangan abad ke-21 yang berbasis pada teknologi (Hafsah *et al.*, 2016). LKPD Elektronik adalah lembaran latihan peserta didik yang dikerjakan secara digital dan dilakukan secara sistematis, serta berkesinambungan selama jangka waktu tertentu. LKPD Elektronik dapat dirancang dan dikreasikan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran sesuai dengan kreativitas guru, kemudian peserta didik dapat mengakses LKPD Elektronik melalui jaringan internet dengan harapan dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami materi yang diberikan oleh guru sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Ramlawati *et al.*, 2014).

Adapun struktur-struktur LKPD Elektronik, yaitu.

1. Cover, pada bagian cover berisi judul materi yang dibahas, dan keterangan tingkat atau kelas.
2. Petunjuk penggunaan LKPD Elektronik, pada bagian ini berisi pedoman tata cara penggunaan LKPD Elektronik.
3. Identitas peserta didik, pada bagian ini berisi perintah untuk mengisi identitas diri terlebih dahulu sebelum mulai mengikuti dan mengerjakan kegiatan belajar yang ada pada LKPD Elektronik.
4. Pendahuluan, pada bagian ini berisi sebaran kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh peserta didik.

5. Kegiatan pembelajaran, pada bagian ini berisi langkah-langkah kegiatan pembelajaran. Unsur STEAM terdapat pada bagian ini, adapun sebaran unsur STEAM pada tiap langkah pembelajaran yaitu.

- *Starting Essential Questions (Science)*
- *Project Design (Technology, Engineering, and Arts)*
- *Monitoring the Students and Progress of Projects (Engineering and Arts)*
- *Assessing the Outcomes and Evaluating the Experience (Mathematics)*

LKPD Elektronik yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu LKPD Elektronik terintegrasi PjBL-STEAM, di mana penyusunan LKPD Elektronik disesuaikan dengan langkah-langkah model PjBL terintegrasi STEAM. Hal-hal yang perlu dilakukan pada tahap perencanaan LKPD Elektronik, yaitu.

1. Menentukan pengantar pembelajaran di dalam LKPD, seperti penjelasan mengenai model LKPD Elektronik terintegrasi STEAM, dan tahap PjBL yang menjabarkan langkah-langkah model pembelajaran.
2. Menentukan kompetensi yang akan dicapai peserta didik.
3. Merancang pendekatan STEAM pada bagian materi dan proses pembelajaran sesuai dengan langkah model PjBL.
4. Menentukan aplikasi web yang akan digunakan pada LKPD Elektronik (Sholihah & Purwanti, 2021).

Penerapan pendekatan STEAM dalam desain LKPD dapat memberikan motivasi dan membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik. STEAM merupakan salah satu pendekatan pembelajaran abad 21 yang berkaitan dengan pengembangan *soft skill* yang menghubungkan bidang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika (Hadinugrahaningsih *et al.*, 2017). LKPD Elektronik berbasis STEAM mampu menumbuhkan keterampilan abad 21 peserta didik, di mana pembelajaran berbantuan LKPD Elektronik dengan pendekatan STEAM berbasis PjBL mampu membantu peserta didik

mengembangkan kemampuan kolaboratif, komunikatif, kreatif, kritis, dan kemampuan sains (Haifaturrahmah dkk., 2020).

2.1.5 Kemampuan Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif merupakan kemampuan menemukan banyak jawaban terhadap suatu permasalahan, di mana penekanannya berada pada kuantitas, ketepatan, dan keberagaman jawaban berdasarkan data atau informasi yang tersedia. Berpikir kreatif adalah kemampuan menciptakan suatu gagasan atau ide yang baru untuk menghasilkan jawaban atau cara yang baru dan unik dalam menyelesaikan masalah (Rahmawati, 2022). Aspek kemampuan berpikir kreatif menurut (Meador, 1997) meliputi: (1) *Fluency* (berpikir lancar), (2) *Flexibility* (berpikir luwes), (3) *Originality* (berpikir orisinal), (4) *Elaboration* (penguraian/berpikir memperinci). Tabel 1 menunjukkan aspek dan indikator kemampuan berpikir kreatif.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

No (1)	Aspek (2)	Indikator (3)
1.	<i>Fluency</i> (Berpikir Lancar)	a. Mencetuskan banyak jawaban, gagasan, penyelesaian masalah dan pertanyaan b. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal c. Selalu memikirkan lebih dari satu jawaban
2.	<i>Flexibility</i> (Berpikir Luwes)	a. Menghasilkan gagasan, jawaban dan pertanyaan yang bervariasi b. Dapat melihat suatu masalah dengan arah pemikiran yang berbeda beda c. Mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran
3.	<i>Originality</i> (Berpikir Orisinal)	a. Mampu melahirkan ungkapan yang unik dan baru b. Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian-bagian atau unsur-unsur
4.	<i>Elaboration</i> (Berpikir Memperinci)	a. Mengembangkan, menambah, memperkaya suatu gagasan b. Mampu memperinci detail-detail suatu objek sehingga menjadi menarik

(Sumber: Utami dkk., 2019)

Tabel 2. Perilaku dari Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif (1)	Perilaku (2)
Berpikir Lancar (<i>Fluency</i>) 1. Mencetuskan banyak jawaban, gagasan, penyelesaian masalah dan pertanyaan 2. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal 3. Selalu memikirkan lebih dari satu jawaban	1. Mengajukan banyak pertanyaan 2. Menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan 3. Mempunyai banyak gagasan mengenai suatu masalah 4. Lancar mengungkapkan gagasan 5. Bekerja lebih cepat dan melakukan lebih banyak daripada orang lain 6. Dapat dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu objek atau situasi
Berpikir Luwes (<i>Flexibility</i>) 1. Menghasilkan gagasan, jawaban dan pertanyaan yang bervariasi 2. Dapat melihat suatu masalah dengan arah pemikiran yang berbeda beda 3. Mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran	1. Memberikan aneka ragam penggunaan yang tak lazim terhadap suatu objek. 2. Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita atau masalah. 3. Menerapkan suatu konsep atau asas dengan cara yang berbeda-beda. 4. Memberikan pertimbangan terhadap situasi yang berbeda dari yang diberikan orang lain. 5. Dalam membahas atau mendiskusikan suatu situasi selalu mempunyai posisi yang bertentangan dengan mayoritas kelompok. 6. Jika diberikan suatu masalah biasanya memikirkan bermacam macam cara untuk menyelesaikannya. 7. Menggolongkan hal-hal menurut pembagian (kategori) yang berbeda-beda. 8. Mampu mengubah arah berpikir secara spontan.
Berpikir Elaboratif (<i>Elaboration</i>) 1. Mengembangkan, menambah, memperkaya suatu gagasan 2. Mampu memperinci detail-detail suatu objek sehingga menjadi menarik	1. Mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah dengan melakukan langkah-langkah terperinci. 2. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain. 3. Mencoba atau menguji detail-detail untuk melihat arah yang akan ditempuh. 4. Mempunyai rasa keindahan yang kuat, sehingga tidak puas dengan penampilan yang kosong atau sederhana. 5. Menambah garis-garis, warna warna dan detail-detail (bagian bagian) terhadap gambarnya sendiri atau gambar orang lain.
Berpikir Orisinal (<i>Originality</i>) 1. Mampu melahirkan ungkapan yang unik dan baru 2. Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari	1. Memikirkan masalah-masalah atau hal yang tidak terpikirkan orang lain. 2. Mempertanyakan cara-cara yang lama dan berusaha memikirkan cara-cara yang baru. 3. Memilih asimetri dalam menggambarkan atau membuat desain. 4. Memilih cara berpikir lain daripada yang lain. 5. Mencari pendekatan yang baru dari yang stereotypes (klise).

(1)	(2)
bagian-bagian atau unsur-unsur	6. Setelah membaca atau mendengar gagasan-gagasan, bekerja untuk menyelesaikan yang baru. 7. Lebih senang mensintesa daripada menganalisis sesuatu.

(Sumber: Nurfadilah & Siswanto, 2020)

Adapun kaitan antara sintaks model pembelajaran PjBL-STEAM menurut Anindya & Wusqo (2020) dengan indikator kemampuan berpikir kreatif menurut Meador (1997) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kaitan Sintaks PjBL-STEAM dengan Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Sintaks <i>PjBL-STEAM</i> (1)	Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif (2)
<i>Starting Essential Questions</i>	1. Berpikir Lancar (<i>Fluency</i>) 2. Berpikir Luwes (<i>Flexibility</i>)
<i>Project Design</i>	1. Berpikir Orisinal (<i>Originality</i>) 2. Berpikir Memperinci (<i>Elaboration</i>)
<i>Monitor Students and Progress of Project</i>	Berpikir Lancar (<i>Fluency</i>)
<i>Assessing the Outcomes and Evaluating the Experience</i>	1. Berpikir Luwes (<i>Flexibility</i>) 2. Berpikir Orisinal (<i>Originality</i>) 3. Berpikir Memperinci (<i>Elaboration</i>)

Kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kemampuan yang harus dikembangkan pada pembelajaran abad 21. Indikator kemampuan berpikir kreatif yang digunakan pada penelitian ini adalah empat indikator kemampuan berpikir kreatif menurut Meador (1997) yang meliputi: *fluency* (berpikir lancar), *flexibility* (berpikir luwes), *originality* (berpikir orisinal), dan *elaboration* (penguraian/berpikir memperinci).

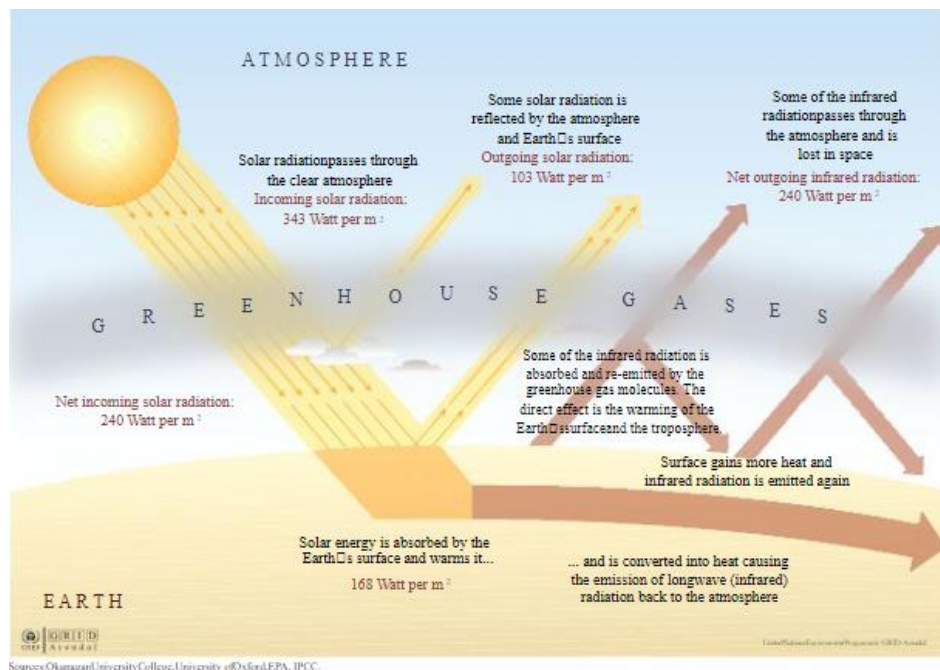
2.1.6 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*), gas rumah kaca yang berkumpul di udara menyebabkan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh

bumi tidak dapat diteruskan ke atmosfer dan bahkan dipantulkan kembali ke bumi (Muchyar dkk., 2015). Pemanasan global terjadi karena jumlah pohon yang dapat menyerap gas CO_2 sebagai gas rumah kaca semakin berkurang sebab pembakaran hutan.

Efek rumah kaca merupakan proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O , dan H_2O) di atmosfer dalam bumi memerangkap radiasi panas dari bumi, gas rumah kaca diibaratkan dengan kaca pada rumah kaca yang berfungsi untuk menyerap dan menyimpan panas bagi tumbuh-tumbuhan (Suryawirawati dkk., 2018). Secara sederhana dapat dijelaskan bahwa setiap benda rata-rata mempunyai unsur carbon (C). Jika terbakar (sempurna) maka akan karbon dioksida (CO_2) akan keluar. Karbon dioksida tersebut banyak dikeluarkan oleh sarana transportasi berupa asap-asap mobil, kereta api, kapal laut, dan sebagainya. Semakin banyak gas CO_2 ini keluar, maka semakin lama akan melapisi atmosfer bumi. Oleh karena itu, panas yang dikirim ke bumi oleh matahari yang seharusnya dapat dipantulkan kembali ke luar, akhirnya tertahan oleh lapisan gas CO_2 yang berada di atmosfer bumi. Dengan demikian panas tersebut akhirnya terpantul kembali ke bumi yang menyebabkan suhu bumi semakin lama semakin tinggi (Leu, 2021).

Dampak pemanasan global cepat atau lambat dapat dirasakan oleh manusia, hal ini merupakan ancaman bagi kehidupan di bumi. Pemanasan global dapat berdampak terhadap iklim, tinggi permukaan air laut, pantai, pertanian, kehidupan hewan liar, dan kesehatan manusia (Kanginan, 2013). Meningkatnya suhu permukaan bumi akan mengakibatkan adanya perubahan iklim yang sangat ekstrim di bumi, perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu. Mekanisme terjadinya perubahan iklim ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme Perubahan Iklim.

Sumber: Vital Climate Graphics. 2007. UNEP.

Pemanasan global terjadi karena adanya peningkatan gas-gas rumah kaca yang menyebabkan efek rumah kaca yang berlebihan pada atmosfer bumi. Peningkatan suhu telah terjadi selama empat dekade terakhir yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi CO₂ dan gas rumah kaca lainnya akibat dari perilaku manusia itu sendiri. Menurut Pratama (2019) menyatakan bahwa meningkatnya suhu pada permukaan bumi dapat mengakibatkan terganggunya ekosistem dan mekanisme biota di bumi. Selain itu, dampak yang lain adalah mencairnya es di wilayah kutub hingga meningkatkan volume air laut dan mengancam kebedaraan daratan. Karena suhu merupakan salah satu parameter dari iklim, maka saat terjadi perubahan suhu secara global akan mengakibatkan terjadinya perubahan iklim secara global pula. Perubahan iklim terjadi karena meningkatnya konsentrasi gas karbon dioksida dan gas-gas lainnya di atmosfer yang menyebabkan efek gas rumah kaca. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca tersebut, disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia seperti emisi bahan bakar fosil, perubahan fungsi lahan, asap kendaraan, limbah dan kegiatan-kegiatan industri.

Penelitian ini mengimplementasikan pembelajaran dengan model PjBL dengan pendekatan terpadu STEAM. Materi yang terkait pada KD 3.12 dipetakan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pemetaan Materi KD 3.12

STEAM (1)	Materi (2)
<i>Science</i>	a. Faktual. Gas CO_2 menjadi salah satu penyebab naiknya suhu di permukaan bumi. b. Konseptual <ul style="list-style-type: none"> • Gas rumah kaca menjadi penyebab terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim menjadi dampak terjadinya pemanasan global • Tumbuhan dapat mengurangi kadar CO_2 dipermukaan bumi dan akan menghasilkan lebih banyak O_2 c. Prosedural Prosedur membuat rancangan terrarium sederhana untuk mengidentifikasi perubahan iklim
<i>Technology</i>	a. Pemanfaatan media online dan program aplikasi dalam membuat poster dampak pemanasan global b. <i>Terrarium</i> menggunakan tumbuhan sehingga mengurangi CO_2 c. Pemanfaatan LKPD Elektronik berbasis PjBL-STEAM untuk memaksimalkan kinerja STEAM pada aspek <i>technology</i>
<i>Engineering</i>	a. Merancang desain dan membuat poster dampak pemanasan global b. Pemecahan masalah dengan memberikan solusi terkait dengan teknologi pemanasan global yaitu memanfaatkan efek rumah kaca bagi tumbuhan c. Merancang desain dan menguji coba <i>terrarium climate changes</i>
<i>Arts</i>	a. Melakukan analisa terhadap dampak pemanasan global dan perubahan iklim dengan mengembangkan pemikiran untuk memikirkan solusi terbaik dalam mengatasinya, yaitu dengan kampanye melalui poster dampak pemanasan global dan <i>terrarium climate changes</i> untuk membantu meningkatkan kesadaran tentang dampak perubahan iklim yang dapat mendorong partisipasi dalam pengurangan emisi dan pelestarian lingkungan b. Elemen seni dan desain pada proses pembuatan poster baik berupa tema poster atau pemilihan warna c. Mendesain <i>terrarium climate changes</i> dengan susunan komponen biotik dan abiotik
<i>Mathematics</i>	a. Menganalisis pola perubahan suhu yang terjadi pada ruang <i>terrarium</i> yang berisi tanah dan tumbuhan dengan ruang <i>terrarium</i> yang hanya berisi tanah b. Mengidentifikasi dampak pemanasan global dan perubahan iklim di bumi

2.2 Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini dapat dilihat melalui Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Penelitian Relevan

No (1)	Nama, Tahun Penelitian dan Jurnal (2)	Judul Penelitian (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	(Anindya & Wusqo, 2020). <i>Journal of Physics: Conference Series</i> . 4(1567), 2-6.	<i>The Influence of PjBL-STEAM Model Toward Students' Problem-Solving Skills on Light and Optical Instruments To pic</i>	PjBL-STEAM berpengaruh terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa dilihat dari perbedaan rata-rata skor antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memiliki kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik daripada siswa di kelas kontrol karena penerapan PjBL-STEAM memiliki beberapa keunggulan yang meliputi (1) melatih siswa untuk memikirkan langkah-langkah yang akan mereka ambil untuk menyelesaikan masalah; (2) membuat produk yang mengandung unsur ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan sekaligus merangsang kreativitas; dan (3) meningkatkan keterampilan komunikasi verbal dan tertulis siswa.
2.	(Rohman et al., 2021). <i>Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online</i> . 9 (1), 21	Pengaruh Penerapan Model <i>Project Based Learning</i> Terintegrasi STEAM terhadap Berpikir Kreatif ditinjau dari Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA pada Materi Dinamika Rotasi	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada model PjBL terintegrasi pendekatan STEAM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa SMA. Peserta didik yang mempunyai kemampuan pemahaman konsep yang tinggi juga memiliki keterampilan berpikir kreatif yang lebih tinggi pula. Model PjBL terintegrasi pendekatan STEAM memiliki pengaruh interaksi yang sangat baik terhadap kemampuan pemahaman konsep fisika. Berdasarkan hasil penelitian ini, model PjBL terintegrasi STEAM sangat disarankan untuk digunakan dalam kegiatan belajar mengajar. Penelitian kedepan dapat dilakukan dengan tetap melihat keefektifan model PjBL terintegrasi

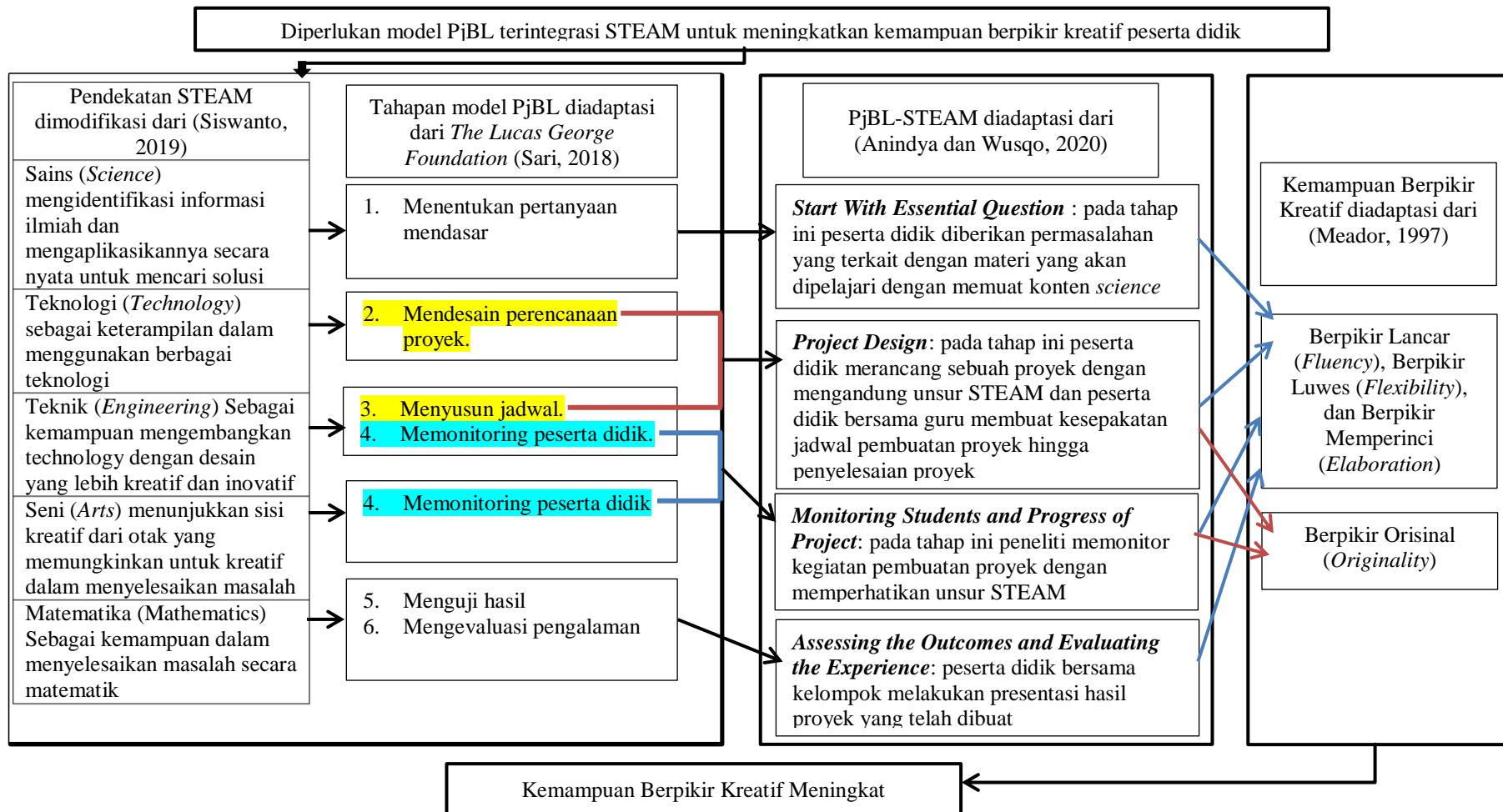
(1)	(2)	(3)	(4)
			STEAM terhadap pemahaman konsep siswa tetapi dalam ranah kognitif lainnya.
3.	(Dermawan & Andartiani, 2022). <i>Hipotenusa : Journal of Mathematical Society</i> . 4 (1), 78.	<i>Worksheets Electronic Development of STEAM-Based to Improve Students' Creative Thinking Ability</i>	Hasil penelitian yang telah diperoleh diketahui bahwa E-LKPD berbasis STEAM cocok untuk kegiatan pembelajaran dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
4.	(Mukaromah & Wusqo, 2020). <i>Journal of Physics: Conference Series</i> , 1521(042052), 1-8.	<i>The Influence of PjBL Model with Stem Approach on Global Warming Topic to Students' Creative Thinking and Communication Skills</i>	<p>Penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM pada topik pemanasan global mempengaruhi kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi siswa dalam kategori 'kuat' dan 'sangat kuat' dengan skor kontribusi sebesar 37,21%.</p> <p>Selain itu, pembelajaran tersebut juga memberikan kontribusi terhadap kemampuan komunikasi siswa dengan koefisien determinasi sebesar 62,41%.</p> <p>Penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi siswa, seperti membangkitkan ide kreatif siswa melalui proyek dengan topik pemanasan global, melatih keterampilan komunikasi siswa saat presentasi, dan membuat laporan. Penerapan pendekatan pembelajaran STEM perlu diperhatikan dalam dunia pendidikan khususnya di negara kita, karena dapat melatih siswa pada level manapun untuk memperoleh keterampilan dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk bersaing dengan kemampuan era globalisasi.</p>

Berdasarkan keempat penelitian yang relevan di atas, pada umumnya pemanfaatan PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik masih jarang dilakukan terutama pada sekolah menengah atas materi fisika. Peneliti mencoba mengetahui hasil dari penerapan model PjBL terintegrasi STEAM dengan berbantuan LKPD Elektronik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

2.3 Kerangka Pemikiran

Kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik juga merupakan bekal bagi peserta didik untuk bersaing pada abad 21. Kemampuan berpikir kreatif individu di Indonesia masih tergolong rendah, fakta tersebut didukung dari peringkat kreativitas berdasarkan hasil studi Global Creativity Index tahun 2015 yang menyatakan bahwa Indonesia menduduki urutan 86 dari 93 negara (Richard, 2015). Kemudian, berdasarkan hasil studi Global Innovation Index tahun 2021, Indonesia hanya menduduki urutan 87 dari 132 negara (Priyambodo dkk., 2021). Rendahnya kemampuan berpikir kreatif ini diduga karena pendidikan di Indonesia masih banyak menekankan pada hafalan sehingga berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kreatif masih jarang dilatihkan (Munandar, 2019). Hal tersebut sesuai dengan hasil studi pendahuluan di SMAN 13 Bandar Lampung bahwa guru belum pernah melakukan pengukuran terhadap kemampuan berpikir kreatif.

Penerapan model dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik juga akan mempengaruhi proses berpikir peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang diprediksi dapat menstimulus peserta didik untuk dapat memiliki kemampuan berpikir kreatif yaitu dengan menggunakan model pembelajaran PjBL. PjBL termasuk model yang menuntut peserta didik untuk aktif menyelesaikan suatu masalah dalam pembelajaran untuk dapat menjawab pertanyaan yang membutuhkan suatu penyelidikan, membuat suatu karya, dan mengomunikasikan hasil karya tersebut. Penerapan model PjBL dalam proses pembelajaran diharapkan mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Penelitian ini dibantu oleh pendekatan STEAM dimana peserta didik akan diberikan tugas untuk membuat proyek dari topik pemanasan global dengan memperhatikan kelima komponen yang ada di dalam pendekatan STEAM. Untuk lebih jelasnya penelitian ini digambarkan berdasarkan skema berikut.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran.

Pendekatan STEAM digunakan sebagai variabel pendukung keterlaksanaan model pembelajaran PjBL dengan pertimbangan melalui STEAM peserta didik dapat menemukan masalah dan menyelesaikan masalahnya sendiri dengan inovasi dan kreasi berdasarkan kelima aspek tersebut, sehingga dalam proses pembelajaran peserta didik tidak hanya mengetahui informasinya saja, tetapi juga dapat mengetahui bagaimana teknologi yang dikembangkan melalui pengetahuan tersebut, mengetahui bagaimana hasil rekayasa, seni, dan matematik dari suatu materi.

STEAM merupakan pendekatan pembelajaran yang memberikan peserta didik kesempatan untuk memperluas pengetahuan dan sains dan pada saat yang bersamaan juga mengembangkan keterampilan di dalam pembelajaran seperti keterampilan berkomunikasi, kerjasama, kreativitas dan berpikir kritis. Seni (*Arts*) pada konteks ini bukan hanya tertuju pada keindahan suatu objek atau hasil karya seniman yang dituangkan kedalam suatu objek. Namun, seni (*Arts*) yang diintegrasikan pada pembelajaran merupakan pemanfaatan variasi pendukung pembelajaran yang digunakan dalam proses belajar sehingga pembelajaran menjadi lebih berwarna dan memiliki keunikan tersendiri.

STEAM menggabungkan "*Arts*" di dalam STEM untuk tujuan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam berkreasi, berinovasi, dan mempunyai keterampilan memecahkan masalah dan manfaat kognitif lainnya (Liao, 2016). Pengintegrasian seni dalam STEAM diharapkan dapat membuat peserta didik terlibat dalam pencapaian tujuan belajar secara nyata melalui bentuk karya (Mu'minah, 2021). Seperti yang dilakukan pada penelitian ini, setelah peserta didik mendapatkan informasi yang lengkap dari kelima disiplin ilmu STEAM tentang analisa terhadap dampak fenomena pemanasan global dan perubahan iklim maka peserta didik akan mulai mengembangkan pemikirannya untuk memikirkan solusi terbaik untuk mengatasi dampak pemanasan global dan perubahan iklim tersebut.

STEAM dapat dihubungkan dengan tahapan-tahapan pelaksanaan dari model PjBL diantaranya disiplin ilmu *Science* diturunkan ke dalam pembelajaran model PjBL melalui tahapan menentukan pertanyaan mendasar atau esensial. Pada tahap ini kemampuan berpikir kreatif yang dapat diukur adalah *Fluency* (berpikir lancar), *Flexibility* (berpikir luwes), dan *Elaboration* (berpikir memperinci). Disiplin ilmu *Technology* diturunkan ke dalam pembelajaran dari PjBL melalui tahapan mendesain perencanaan proyek. Pada tahap ini kemampuan berpikir kreatif yang dapat diukur adalah *Fluency* (berpikir lancar), *Flexibility* (berpikir luwes), *Originality* (berpikir orisinal), dan *Elaboration* (berpikir memperinci).

Engineering diturunkan ke dalam pembelajaran dari model PjBL melalui tahapan menyusun jadwal dan monitoring kemajuan proyek. Pada tahap ini kemampuan berpikir kreatif yang dapat diukur adalah *Fluency* (berpikir lancar), *Flexibility* (berpikir luwes), *Originality* (berpikir orisinal), dan *Elaboration* (berpikir memperinci). *Arts* diturunkan ke dalam pembelajaran dari model PjBL melalui tahapan monitoring kemajuan proyek. Pada tahap ini kemampuan berpikir kreatif yang dapat diukur adalah *Originality* (berpikir orisinal).

Mathematics diturunkan ke dalam pembelajaran dari model PjBL melalui tahapan menguji hasil dan mengevaluasi pembelajaran. Pada tahap ini kemampuan berpikir kreatif yang dapat diukur adalah *Fluency* (berpikir lancar), *Flexibility* (berpikir luwes), dan *Elaboration* (berpikir memperinci). Berdasarkan keterkaitan antara disiplin ilmu STEAM dengan tahapan dari model PjBL, harapannya dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif.

Pelaksanaan pembelajaran dengan disiplin ilmu *Science, Technology, Arts, and Mathematics* merupakan disiplin ilmu yang lebih banyak muncul dibandingkan dengan disiplin ilmu *Engineering*, disiplin *Engineering* muncul saat peserta didik melakukan praktik pembuatan produk. Implementasinya,

peserta didik membuat produk akhir yaitu poster dan *terrarium* sederhana yang cocok dengan model PjBL terintegrasi STEAM.

Pendekatan STEAM memiliki dampak positif yang signifikan pada model PjBL terintegrasi STEAM. Integrasi STEAM dalam PjBL menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih kaya, relevan, dan holistik bagi peserta didik. Integrasi STEAM menggabungkan elemen-elemen ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika ke dalam proyek pembelajaran yang dapat menciptakan pengalaman belajar yang multidisiplin di mana peserta didik dapat melihat bagaimana berbagai aspek dari STEAM terkait dan berkontribusi terhadap pemecahan masalah yang dikerjakan.

Pada model PjBL terintegrasi STEAM memiliki karakteristik di mana proyek-proyek pembelajaran lebih terkait dengan dunia nyata karena mengintegrasikan elemen STEAM. Peserta didik dapat melihat bagaimana konsep pembelajaran diterapkan dalam berbagai konteks nyata. Sedangkan, pada model PjBL tanpa STEAM cenderung membatasi konteks pembelajaran pada subjek yang sedang dipelajari. Hal ini membuat pembelajaran kurang relevan dengan dunia nyata.

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran, yaitu.

1. Peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki kemampuan awal yang sama.
2. Topik yang akan dibelajarkan adalah pemanasan global.
3. Faktor-faktor diluar penelitian diabaikan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran di atas, maka hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik Pemanasan Global.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 di SMAN 13 Bandar Lampung alamat Jl.Padat Karya Sinar Harapan, Rajabasa Jaya, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas XI MIPA SMAN 13 Bandar Lampung pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 yang berjumlah 6 kelas, dengan sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah kelas XI MIPA 4 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 2 sebagai kelas kontrol.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik sebagai variabel bebas dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sebagai variabel terikat.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Eksperiment Design* dengan desain penelitian *Non-equivalent Control Group Design*, yaitu satu kelompok diberikan perlakuan tertentu sesuai yang diteliti dan satu kelompok lain dijadikan kelompok kontrol. Penelitian ini melakukan manipulasi terhadap perilaku individu atau kelompok yang diamati seperti situasi atau tindakan tertentu yang kemudian dilihat pengaruhnya. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Desain Eksperimen *Non-equivalent Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_3	X_2	O_4

(Sumber: Sugiyono, 2015)

Keterangan:

O_1 : *Pretest* pada kelas eksperimen

O_2 : *Posttest* pada kelas eksperimen

O_3 : *Pretest* pada kelas kontrol

O_4 : *Posttest* pada kelas kontrol

X_1 : Perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran *PjBL* terintegrasi *STEAM* berbantuan LKPD Elektronik

X_2 : Pembelajaran menggunakan model *PjBL*

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu.

1. Tahap Persiapan

Kegiatan pada tahap persiapan, yaitu.

- a. Peneliti meminta izin untuk melakukan penelitian yang diawali dengan studi pendahuluan berupa wawancara dengan guru fisika SMAN 13 Bandar Lampung.
- b. Peneliti menentukan sampel penelitian.
- c. Peneliti melakukan kajian teori yang relevan dengan judul penelitian yang akan dilakukan.
- d. Peneliti menyiapkan perangkat pembelajaran seperti silabus, RPP, LKPD Elektronik, dan instrumen kemampuan berpikir kreatif peserta didik sebagai pretest-posttest.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen (1)	Kelas Kontrol (2)
a. Peneliti mengukur kemampuan berpikir kreatif awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .	Peneliti mengukur kemampuan berpikir kreatif awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .
b. Peneliti memberikan perlakuan atau <i>treatment</i> menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik. <ol style="list-style-type: none"> 1. Starting Essential Questions Science: Peneliti menyajikan fenomena dampak pemanasan global dan fenomena alat <i>terrarium climate change</i> sebagai alat pendeteksi perubahan iklim. Masalah dampak pemanasan global dan perubahan iklim merupakan masalah yang penting untuk dipelajari, mengingat bahwa kasus pemanasan global dan perubahan iklim sering diperbincangkan 	Peneliti memberikan perlakuan menggunakan model PjBL berbantuan LKPD cetak. <ol style="list-style-type: none"> 1. Penentuan Pertanyaan Mendasar Peneliti menyajikan fenomena dampak pemanasan global dan fenomena alat <i>terrarium climate change</i> sebagai alat pendeteksi perubahan iklim. Masalah dampak pemanasan global dan perubahan iklim merupakan masalah yang penting untuk dipelajari, mengingat bahwa kasus pemanasan global dan perubahan iklim sering diperbincangkan baru-baru ini.

(1)	(2)
<p>Akan tetapi, pada kenyataannya masih sulit untuk mengetahui fenomena dampak pemanasan global dan perubahan iklim baik melalui pengamatan langsung atau melalui media yang menarik</p>	<p>Akan tetapi, pada kenyataannya masih sulit untuk mengetahui fenomena dampak pemanasan global dan perubahan iklim melalui pengamatan langsung atau melalui media yang menarik.</p>
<p>2. Project Design (Peserta didik merancang dan melaksanakan sebuah proyek dengan mengandung unsur STEAM)</p> <p>a) Technology: Peserta didik mengumpulkan informasi, menemukan konsep yang sesuai terkait proyek poster dan <i>terrarium climate changes</i></p> <p>b) Engineering: Menentukan alat dan bahan</p> <p>c) Arts: Membuat sketsa proyek poster dan proyek <i>terrarium climate changes</i> untuk penyelesaian masalah dampak pemanasan global dan perubahan iklim. <i>Arts</i> juga berperan dalam mengembangkan pemikiran peserta didik untuk memikirkan solusi terbaik dalam mengatasi masalah pemanasan global dan perubahan iklim melalui proyek yang menarik.</p> <p>d) Engineering: Peserta didik menyusun jadwal proyek</p>	<p>2. Mendesain Perencanaan Proyek (Peserta didik mendesain proyek yang akan dibuat)</p> <p>a) Peserta didik mengumpulkan informasi dan menemukan konsep yang sesuai terkait proyek</p> <p>b) Peserta didik menentukan alat dan bahan</p> <p>c) Peserta didik membuat sketsa proyek</p> <p>3. Menyusun Jadwal Peserta didik menyusun jadwal pengerjaan proyek</p> <p>4. Monitoring Peserta Didik dan Kemajuan Proyek Peserta didik mulai membuat proyek yang telah dirancang dengan dimonitor oleh peneliti</p> <p>5. Menguji Hasil Peserta didik melakukan uji coba proyek yang telah dibuat dan presentasi proyek</p> <p>6. Mengevaluasi Pengalaman Peserta didik memberikan masukan antar kelompok setelah melakukan presentasi dan memaparkan hasil uji coba proyek</p>
<p>3. Monitoring students and progress of projects Engineering and Arts: (Membimbing dan memonitor peserta didik dalam kegiatan pembuatan proyek dengan memperhatikan unsur STEAM)</p> <p>Engineering: <i>Engineering</i> pada proyek poster merujuk pada teknik dan keterampilan yang digunakan untuk merancang, membuat, dan memodifikasi poster. Di mana pada proyek poster melibatkan perangkat lunak berupa <i>canva</i> saat proses pembuatannya. Kemudian, pada proyek <i>terrarium</i> unsur <i>engineering</i> berperan dalam pemecahan masalah dengan memberikan solusi terkait dengan teknologi pemanasan global yaitu memanfaatkan efek rumah kaca bagi tumbuhan.</p>	

(1)	(2)
<p>menggunakan tumbuhan dalam mengurangi gas CO₂</p> <p>Arts: <i>Arts</i> membantu peserta didik dalam berimajinasi terkait proses pembuatan proyek melalui pemanfaatan variasi pendukung dalam proses belajar, pada proyek poster <i>arts</i> merujuk pada elemen seni dan desain yang digunakan dalam menciptakan poster yang menarik seperti pemilihan warna, tema, bahkan tipografi. Variasi pendukung dalam proses pembuatan poster adalah pemanfaatan aplikasi canva sehingga poster yang dihasilkan selain mengandung unsur seni juga terdapat unsur teknologi yaitu berbentuk poster digital. Kemudian, pada proyek <i>terrarium climate changes</i> unsur <i>arts</i> diterapkan untuk meningkatkan estetika dan daya tarik visual dari <i>terrarium</i> tersebut. Unsur <i>arts</i> pada <i>terrarium</i> yaitu pada saat mendesain <i>terrarium</i> dengan susunan komponen biotik dan abiotik yang estetik.</p>	
<p>4. <i>Assessing the Outcomes and Evaluating the Experience</i></p> <p>Mathematics: (Presentasi dan penilaian)</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Menguji proyek terrarium sederhana yang telah dibuat b) Peserta didik menganalisis hasil penyelidikan pada proyek yang telah dibuat c) Peserta didik mempresentasikan proyek terrarium sederhana yang telah dibuat dan mengkomunikasikan poster <p>Mathematics pada proyek poster dan <i>terrarium</i> terdapat pada saat mengidentifikasi dampak-dampak yang terjadi akibat gas rumah kaca yang berlebihan dan menganalisis pola perubahan suhu yang terjadi pada ruang <i>terrarium</i> yang berisi tanah dan tumbuhan dengan ruang <i>terrarium</i> yang hanya berisi tanah. Mathematics juga berperan dalam proses penarikan kesimpulan berdasarkan proyek yang telah dibuat berdasarkan permasalahan nyata yang ada.</p>	

(1)	(2)
c. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif akhir peserta didik	Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif akhir peserta didik.

3. Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir penelitian ini antara lain.

- a. Melakukan olah data hasil pretest dan posttest peserta didik.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum diberi perlakuan dan sesudah diberi perlakuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
- c. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data dan dilanjutkan dengan menyusun laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen pengukuran kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang berupa 10 butir soal uraian kemampuan berpikir kreatif. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* yang disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir kreatif menurut Meador (1997).

Adapun perangkat pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini, yaitu.

1. Silabus

Silabus yang digunakan pada penelitian ini adalah silabus berdasarkan kurikulum 2013 revisi.

2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP merupakan rencana pelaksanaan pembelajaran yang digunakan untuk mengukur ketercapaian Kompetensi Dasar (KD) yang telah ditetapkan pada silabus.

3. LKPD Elektronik Berbasis STEAM

LKPD Elektronik berisi serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang disesuaikan dengan RPP guna mencapai tujuan dalam pembelajaran.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian harus diuji kevalidan dan reliabilitasnya sebelum diujikan pada sampel. Pada penelitian ini, uji validitas dan reliabilitas dilakukan menggunakan program *IBM SPSS Statistics* versi 25.

3.7.1 Uji Validitas

Instrumen penelitian atau alat yang digunakan dalam meneliti harus teruji validitasnya. Suatu instrumen yang valid menunjukkan bahwa alat ukur yang digunakan untuk memperoleh data tersebut valid dan dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Menguji validitas suatu instrumen dapat dilakukan dengan rumus korelasi product moment yang dikemukakan oleh Pearson, sebagai berikut.

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

Keterangan:

N : Jumlah peserta didik yang dites

$\sum XY$: Jumlah (skor item nomor x skor total)

$\sum X$: Jumlah skor item nomor

$\sum Y$: Jumlah skor total

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

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

Uji validitas instrumen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 25 dengan metode *pearson correlation*. Suatu instrumen dikatakan valid jika nilai $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$). Besar r_{tabel} koefisien validitas menurut (Arikunto, 2013) dijabarkan dalam tabel berikut.

Tabel 8. Koefisien Validitas Tes

Koefisien	Kualifikasi
0,80-1,00	Sangat tinggi
0,60-0,80	Tinggi
0,40-0,60	Cukup
0,20-0,40	Rendah
0,00-0,20	Sangat rendah

(Sumber: Arikunto, 2013)

3.7.2 Uji Reliabilitas

Instrumen yang reliabel merupakan instrumen yang digunakan beberapa kali untuk mengukur akan menghasilkan data yang sama. Uji reliabilitas dilakukan untuk menunjukkan sejauh apa instrumen dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul suatu data penelitian. Instrumen yang dapat dipercaya atau reliabel akan menghasilkan data yang dapat dipercaya juga (Arikunto, 2010). Uji reliabilitas secara manual pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan rumus *Cronbach Alfa*, yaitu.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2}{\sigma^2} \right)$$

Keterangan:

α : koefisien reliabilitas tes

K : jumlah butir

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

σ^2 : varians total

Kriteria indeks korelasi *Alpha Cronbach* dapat digunakan kriteria ukuran kemantapan alpha (Arikunto, 2013) yang direpresentasikan sebagai berikut.

Tabel 9. Kriteria Koefisien Reliabilitas Instrumen

Koefisien Korelasi (r)	Interpretasi
0,00-0,20	Kurang reliabel
0,21-0,40	Agak reliabel
0,41-0,60	Cukup reliabel
0,61-0,80	Reliabel
0,81-1,00	Sangat reliabel

(Sumber: Arikunto, 2013)

3.7.3 Uji Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran soal merupakan pengukuran tingkat kemudahan dan kesulitan suatu butir soal bagi peserta didik, tingkat kesukaran butir soal dapat mempengaruhi bentuk distribusi soal tes. Untuk tes yang sangat sukar distribusinya berbentuk positif skewed, sedangkan tes yang mudah distribusinya berbentuk negative skewed. Fungsi kesukaran soal biasanya dikaitkan dengan tujuan tes, misalnya untuk keperluan ujian semester digunakan butir soal dengan tingkat kesukaran yang sedang. Untuk keperluan seleksi digunakan butir soal yang memiliki tingkat kesukaran tinggi, dan untuk keperluan diagnostik biasanya digunakan butir soal dengan tingkat kesukaran rendah (Fatimah dan Alfath, 2019). Tingkat kesukaran soal uraian dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Tingkat kesukaran} = \frac{\text{Mean}}{\text{Skor tertinggi dari setiap soal}}$$

Nilai yang didapatkan dari perhitungan menggunakan SPSS, kemudian dikelompokkan ke dalam acuan seperti pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Kriteria Indeks Kesukaran Butir Soal

Indeks Korelasi	Interpretasi
0.81-1.00	Sangat mudah
0.61-0.80	Mudah
0.41-0.61	Cukup
0.21-0.40	Sukar
0.00-0.20	Sangat sukar

(Sumber: Endrayanto & Harumurti, 2014)

3.7.4 Uji Daya Beda

Daya pembeda merupakan kemampuan soal dalam membedakan antara peserta didik yang menguasai kompetensi dengan peserta didik yang belum menguasai kompetensi (Mahrawi dkk., 2021). Nilai yang didapat dari perhitungan SPSS, kemudian dikelompokkan ke dalam acuan seperti pada Tabel berikut.

Tabel 11. Kriteria Daya Pembeda Butir Soal

Indeks Korelasi	Interpretasi
0.40 ke atas	Soal Sangat Baik
0.30-0.39	Soal baik
0.20-0.29	Soal Cukup Baik
0.19 ke bawah	Soal Kurang Baik

(Sumber: Arifin, 2009)

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang dipakai pada penelitian ini adalah teknik tes, tes tersebut berupa tes uraian yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik dengan materi pemanasan global. Tes dilakukan dua kali yaitu diawal sebelum pembelajaran yang disebut dengan *pretest* dan diakhir pembelajaran yang disebut dengan *posttest*. Tes

tersebut diberikan kepada seluruh peserta didik yang ada pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis Data

Data pada penelitian ini adalah data berupa pretest dan posttest kemampuan berpikir kreatif peserta didik, data tersebut dianalisis menggunakan *N-gain* untuk mengetahui perbedaan pretest dan posttest saat sampel sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Analisis *N-gain* dilakukan dengan menggunakan rumus *N-gain* menurut Arikunto (2010) berikut ini.

$$N - Gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Hasil perhitungan analisis dengan uji *N-gain* diinterpretasikan dengan klasifikasi Gain Meltzer (2002) seperti Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Kriteria Interpretasi *N-gain*

N-gain	Kriteria Interpretasi
$N\text{-gain} \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N\text{-gain} < 0,70$	Sedang
$N\text{-gain} < 0,30$	Rendah

(Sumber: Meltzer, 2002)

Hasil interpretasi skor rata-rata *n-gain* ditafsirkan berdasarkan standar *N-Gain* seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Tafsiran Efektifitas Standar *N-Gain*

Persentase	Kategori
< 40	Tidak Efektif
40 – 56	Kurang Efektif
56 – 75	Cukup Efektif
> 75	Efektif

(Sumber: Solikha dkk., 2020)

3.9.2 Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis yang dilakukan pada penelitian ini adalah jika data berdistribusi normal maka pengujian hipotesis menggunakan uji *parametrik* atau uji-t dengan *Independent Sample T-test*. Apabila data tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis menggunakan uji *non-parametrik Mann-Whitney*. Hal tersebut dilakukan untuk melihat adakah perbedaan pada rata-rata peningkatan *N-gain* secara signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jika terdapat perbedaan rata-rata *N-gain* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, maka dapat terlihat kelas yang memiliki rata-rata yang lebih tinggi melalui bantuan program *IBM SPSS Statistic* versi 25.

Ketentuan untuk uji hipotesis yang dilakukan adalah.

H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global dengan menggunakan model PjBL *STEAM* berbantuan LKPD Elektronik.

H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global dengan menggunakan model PjBL *STEAM* berbantuan LKPD Elektronik.

Pedoman atau kriteria pengujian hipotesis penelitian ini yaitu sebagai berikut.

a. Tolak H_0 jika nilai Sig. atau nilai probabilitas < 0,05, dan terima H_1 .

- b. Terima H_1 jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $> 0,05$, dan tolak H_0 .

Adapun langkah-langkah dalam pengujian hipotesis adalah.

1. Uji Normalitas

Data pretest dan posttest peserta didik dari penelitian harus melalui uji normalitas terlebih dahulu untuk mengetahui data dari suatu variabel tersebut terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas suatu data dapat dilakukan menggunakan program SPSS pada uji *Kolmogorov Smirnov* dengan ketentuan hipotesis pengujian, yaitu.

H_0 : data berdistribusi normal

H_1 : data tidak berdistribusi normal

Pedoman pengambilan keputusan.

- a. Jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima. Dan data berdistribusi normal.
- b. Jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak terdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menguji suatu data sampel yang digunakan dalam penelitian memiliki varians data yang homogen atau tidak. Apabila syarat data homogen terpenuhi, maka data dapat dilakukan pada tahap analisis selanjutnya. Apabila syarat data yang diperoleh tidak memenuhi syarat homogenitas data, maka tetap dapat dilakukan uji pada tahap selanjutnya karena syarat melakukan uji *Independent Sample T-test* data hanya harus berdistribusi normal dan

tidak selalu harus homogen. Berikut merupakan rumus manual untuk menguji homogenitas suatu data menurut Arikunto (2010).

$$F_{max} = \frac{\text{varians tertinggi}}{\text{varians terendah}}$$

Rumusan hipotesis berdasarkan uji homogenitas, yaitu.

H_0 : Data kemampuan berpikir kreatif peserta didik memiliki varians yang homogen.

H_1 : Data kemampuan berpikir kreatif peserta didik memiliki varians yang tidak homogen.

Pedoman pengambilan keputusan atau kriteria uji yang digunakan dalam melihat nilai Sig. pada Level Statistic adalah.

- a. Jika nilai Sig. $> 0,05$, maka data memiliki varians yang homogen.
- b. Jika nilai Sig. $\leq 0,05$, maka data memiliki varians yang tidak homogen.

Uji homogenitas yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan program SPSS versi 25.

3. *Independent Sample T-Test*

Independent Sample T-Test pada penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh penerapan model *PjBL* terintegrasi *STEAM* berbantuan LKPD Elektronik terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Uji ini bertujuan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan yaitu pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Syarat uji *Independent Sample T-Test* yaitu data penelitian harus berdistribusi normal, hipotesis yang diuji dengan *Independent Sample T-Test*, yaitu.

H_0 : Tidak terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global dengan menggunakan model PjBL *STEAM* berbantuan LKPD Elektronik.

H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global dengan menggunakan model PjBL *STEAM* berbantuan LKPD Elektronik.

Pedoman atau kriteria pengujian hipotesis penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- a. Tolak H_0 jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $< 0,05$, dan terima H_1 .
- b. Terima H_0 jika nilai Sig. atau nilai probabilitas $> 0,05$, dan tolak H_1 .

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SMAN 13 Bandar Lampung pada kelas XI MIPA 4 dan XI MIPA 2 semester genap 2022/2023, dapat diketahui nilai rata-rata N-gain pada kelas eksperimen 0.5683 lebih besar dari kelas kontrol dengan nilai rata-rata N-gain 0.4877 yang berada pada kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan dengan kelas kontrol. Didukung dari data hasil uji hipotesis Independent Sample T-Test diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0.037 yang artinya penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berbantuan LKPD Elektronik dapat berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada topik pemanasan global.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan terkait penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pembelajaran dengan menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM dapat digunakan oleh guru sebagai salah satu model pembelajaran pada mata pelajaran Fisika.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai data dasar untuk penelitian selanjutnya dengan variabel yang berbeda, karena penambahan variabel yang lebih bervariasi juga akan menambah kualitas dari penelitian itu sendiri dan akan memperluas pandangan pada penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. (2019). Developing STEM Learning Makerspace for Fostering Student's 21st Century Skills in the Fourth Industrial Revolution Era. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012002>
- 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.
<https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Aldabbus, S. (2018). Project-Based Learning: Implementation & Challenges. *International Journal of Education, Learning and Development*, 6(3), 71–79. <https://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Project-Based-Learning-Implementation-Challenges.pdf>
- Alifa, D. M., Azzahro, F., & Pangestu, I. R. (2018). Penerapan Metode STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA Kelas XI Pada Materi Gas Ideal. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 88–109.
- Anindya, F. A. U., & Wusqo, I. U. (2020). The Influence of PjBL-STEAM Model Toward Students' Problem-Solving Skills on Light and Optical Instruments Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 2–6.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042054>
- Annisa, R., Effendi, M. H., & Damris, D. (2019). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dengan Menggunakan Model Project Based Learning Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts dan Mathematic) pada Materi Asam dan Basa di SMAN 11 Kota Jambi. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 10(2), 14–22.
<https://doi.org/10.22437/jisic.v10i2.6517>

- Apriliana, M. R. (2017). Penerapan Pendekatan Pembelajaran Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) dalam Upaya Mengembangkan Soft Skills Peserta Didik Menggunakan Project Based Learning.
http://fmipa.unj.ac.id/lib/index.php?p=show_detail&id=102072&keywords=steam
- Arifin, Z. (2009). Evaluasi pembelajaran. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astuti, R. D., & Sari, A. Y. 2017. Implementasi Pembelajaran Project Based Learning untuk Anak Usia Dini. *Jurnal Media of Teaching-Oriented and Children*. 1 (1), 6-7.
<https://jurnal.narotama.ac.id/index.php/paudmotoric/article/view/547>
- Atmojo, I. R. W. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Science, Technology, Engenering, Art And Mathematic (STEAM) untuk Meningkatkan Kompetensi Paedagogik dan *Jurnal Pendidikan Dasar*, 119–123.
<https://jurnal.uns.ac.id/JPD/article/view/44214%0Ahttps://jurnal.uns.ac.id/JPD/article/download/44214/28224>
- Awe, E. Y., & Ende, M. I. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Elektronik Bermuatan Multimedia untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Siswa pada Tema Daerah Tempat Tinggalku pada Siswa Kelas IV SD I Rutosoro di Kabupaten Ngada. *Jurnal DIDIKA: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(2), 48. <https://doi.org/10.29408/didika.v5i2.1782>
- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At The Dawn of Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) Education: Prospects, Priorities, Processes, and Problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(11), 2919–2955.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Candra, R. A., Prasetya, A. T., & Hartati, R. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Melalui Penerapan Blended Project-Based

Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(2), 2437–2446.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/view/19562/9331>

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach: Springer Science & Business Media.
https://www.researchgate.net/publication/297369948_STEM_Project-Based_Learning_An_Integrated_Science_Technology_Engineering_and_Mathematics_STEM_Approach

Dalimunthe, A., & Ariani, N. (2023). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa melalui Model Pembelajaran Missouri Mathematics Project. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 1023–1031.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4812>

Delrefi, D., Qalbi, Z., & Putera, R. F. (2022). Penggunaan Model Problem Based Learning sebagai Upaya Peningkatan Creative Thinking pada Mata Kuliah Seminar Isu Terkini PAUD Berorientasi Kompetensi 4C Abad 21. *JOTE : Journal On Teacher Education*, 3, 317–327.

Dermawan, D. D., & Andartiani, K. (2022). Worksheets Electronic Development of STEAM-Based to Improve Students' Creative Thinking Ability. *Hipotenusa: Journal of Mathematic Society*, 4(1), 71–81.
<https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v4i1.7213>

Desta, I. (2017). Penerapan Pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik melalui Project Based Learning. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Devi, S. K., Ismanto, B., & Kristin, F. (2019). Peningkatan Kemandirian dan Hasil Belajar Tematik melalui Project Based Learning. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan*, 2(1), 55–65.
<https://journal.rekarta.co.id/index.php/jartika/article/download/267/261>

Dewi, H. R., Mayasari, T., & Handhika, J. (2019). Increasing Creative Thinking Skills and Understanding of Physics Concepts Through Application of STEM-Based Inquiry. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, 4(1), 25–30. <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa>

Endrayanto, H. Y. S. dan Harumurti, Y. W. 2014. Penilaian Belajar Siswa di Sekolah. PT. Kanisius. Jakarta. 335 hlm.

- Fatimah, C. (2017). Penerapan Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) dalam Upaya Mengembangkan Keterampilan Abad 21 Menggunakan Project Based Learning. *Skripsi*. UIN Jakarta.
- Fatma, H. (2021). Kreativitas Peserta Didik dalam Pembelajaran Bioteknologi dengan PjBL Berbasis STEAM. *Pedagonal : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 7–14. <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.2574>
- Febrianti, Y., Djahir, Y., & Fatimah, S. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik dengan Memanfaatkan Lingkungan pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA Negeri 6 Palembang. *Jurnal Profit*, 3(1), 121–127. [Http://Ejournal.Unsri.Ac.Id/Index.Php/Jp/Issue/View/591](http://Ejournal.Unsri.Ac.Id/Index.Php/Jp/Issue/View/591)
- 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>
- Fitriana, F., Hidayat, S., & Sumah, A. W. (2021). Implementation of Online Learning Science Subjects on the Aspects of Creative Thinking Ability in State Junior High Schools in Seberang Ulu II Sub-district, Palembang. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2), 151–165. <https://doi.org/10.37058/bioed.v6i2.2921>
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap Keterampilan. *Journal Of Chemistry and Education (JCAE)*, 10(1), 209–226. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/Inspiratif-Pendidikan/article/view/17642>
- Furqoniyah, Q., Subiki, S., & Maryani, M. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam Pembelajaran Fisika Pemanasan Global di SMA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 76–84. <https://doi.org/10.36706/jipf.v9i1.15539>
- Ghoni, A. A., Fikroh, F. H., Irsyad, M., Abdurrahman, U. K. H., & Pekalongan, W. (2022). Efektivitas Penerapan Pembelajaran STEAM untuk Meningkatkan Kreativitas Anak Usia Dini. *Seminar Nasional Tadris Matematika (SANTIKA)*, Vol. 2, 126–138.

- Gunawan, P. (2019). Model pembelajaran STEAM (Scient, Technology, Engineering, Art, Mathematics) dengan pendekatan saintifik. *Model Pembelajaran STEAM*, 1–64.
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Developing 21st Century Skills in Chemistry Classrooms: Opportunities and Challenges of STEAM Integration. *AIP Conference Proceedings*, 1868. <https://doi.org/10.1063/1.4995107>
- Haerunisa, H., Prasetyaningsih, P., & Leksono, S. M. (2021). Analisis Kemampuan Berfikir 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>
- Hafiza, H., Hairida, H., Rasmawan, R., Enawaty, E., & Ulfah, M. (2022). Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas XI IPA di SMAN 9 Pontianak pada Materi Sistem Koloid. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 4681–4693. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2707>
- Hafsah *et al.* (2016). Application of Electronic Module Learning Media to Improve Student Learning Outcomes in Mechanical Technology Subjects. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 3(1), 62-66.
- Haifaturrahmah, H., Hidayatullah, R., Maryani, S., Nurmiwati, N., & Azizah, A. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis STEAM untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 6(2), 310. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i2.2604>
- Halimah, L *et al.* (2022). Pendekatan Science, Technology, Religius, Engineering, Art, Mathematics (STREAM) dengan Menggunakan Media Loose Part. *Prosiding Seminar Nasional PGPAUD FIP UM. Malang* : Universitas Negeri Malang, 146-158.
- Hasanah, L. (2019). Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) dilengkapi Animasi Flash untuk Pembelajaran Bioteknologi di SMA/MA. *Tesis*. Jember: Universitas Jember.
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh Penerapan STEM Project Based Learning Terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Journal of Mathematics and*

Education, 3(4). <https://adoc.pub/queue/pengaruh-penerapan-stem-project-based-learning-terhadap-krea.html>

Jeong, S., & Kim, H. (2015). The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1321–1338. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1390a>

Kanginan, M. (2013). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Karen S. Meador. (1997). *Creative Thinking and Problem Solving for Young Learners*. Greenwood Publishing Group: Teacher Ideas Press a Division of Libraries Unlimited, Inc. Englewood, Colorado.

Kosasih, B. D., & Jaelani, A. (2020). Desain Pembelajaran MTK Berbasis STEAM Abad 21. *Semadik*, 3 (1), 106. <https://seminarmat.ump.ac.id/index.php/semadik/article/view/305/0>

Leu, B. (2021). Dampak Pemanasan Global dan Upaya Pengendaliannya Melalui Pendidikan Lingkungan Hidup dan Pendidikan Islam. *At-Tadbir*, 1(2), 1–15. <https://doi.org/10.51700/attadbir.v1i2.207>

Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>

Lutfi, Ismail, & Azis, A. A. (2017). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Literasi Sains, Kreativitas dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, 189-194. <https://ojs.unm.ac.id/semnasbio/article/view/6984/3990>

Mahrawi, M., Usman, U., & Nur Avianti, M. (2021). Pengembangan Instrumen Asesmen Critical Thinking Skill pada Materi Sistem Ekskresi. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*, 2(2), 80–95. <https://doi.org/10.35719/mass.v2i2.72>

Meltzer, D. E. 2002. The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains In Physic: A Possible Hidden Variable In Diagnostic Pre-Test Score. *Journal of am J Phys*, 70 (12), 1259-1268. <http://www.physicseducation.net/docs/AJP-Dec-2002-Vol.70-1259-1268>

- Mu'minah, I. H. (2021). Studi Literatur: Pembelajaran Abad-21 Melalui Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) dalam Menyongsong Era Society 5.0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 3, 584–594.
<https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/654>
- Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y. (2020). 377702-Implementasi-Steam-Science-Technology-En-Fd9B7a7C (1). *Jurnal Bio Educatio*, Vol 5(April), 65–73.
- Muchyar, L. D. H., Widodo, A., & Riandi, D. (2015). Profil Perubahan Konseptual Siswa pada Materi Kependudukan dan Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 20(1), 65. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v20i1.565>
- Mukaromah, S. H., & Wusqo, I. U. (2020). The Influence of PjBL Model with STEM Approach on Global Warming Topic to Students' Creative Thinking and Communication Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042052>
- Munandar. (2019). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Munawar, M., Roshayanti, F., & Sugiyanti, S. (2019). Implementation of STEAM (Science Technology Engineering Art Mathematics)-Based Early Childhood Education Learning in Semarang City. *CERIA (Cerdas Energik Responsif Inovatif Adaptif)*, 2(5), 276. <https://doi.org/10.22460/ceria.v2i5.p276-285>
- Mursidik, E. M., Samsiyah, N., & Rudyanto, H. E. (2015). Creative Thinking Ability in Solving Open-Ended Mathematical Problems Viewed from the Level of Mathematics Ability of Elementary School Students. *Pedagogia: Journal of Education*, 4(1), 23–33.
<https://doi.org/10.21070/pedagogia.v4i1.69>
- Murti, W., Only, P., & Group, C. (2016). Pengaruh Pemberian Tugas Berbasis Proyek terhadap Pengembangan Life Skill dan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Biotek*, 4(1), 21–32.
<https://doi.org/10.24252/jb.v4i1.1767>
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin, S. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X SMA/

MA. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81.
<https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i1.19792>

Nurfadilah, S., & Siswanto, J. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif pada Konsep Polimer dengan Pendekatan STEAM Bermuatan ESD Siswa SMA Negeri 1 Bantarbolang. *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 14(1), 45–51.
<https://doi.org/10.26877/mpp.v14i1.5543>

Nurlitiani, A. (2017). Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Pendekatan Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematic (STEAM) Dalam Project Based Learning. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Oktavia, N. E., Haryanto, & Ngatijo. (2022). Pengaruh Model PjBL-STEAM Terhadap Kreativitas Siswa Ditinjau dari Pemahaman Konsep Kimia pada Materi Sel Volta di SMAN 2 Tanjung Jabung Timur. *Cakrawala Repositori IMWI*, 5(2), 303–311.
<https://doi.org/10.52851/cakrawala.v5i2.134>

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

Permanasari, A. (2016). STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 3, 23–34.
<https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/snps/article/view/9810/7245>

Pratama, R. (2019). Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi, Tanaman, dan Atmosfer. *Efek Rumah Kaca (Green House Effect)*, 3814, 120–126.
<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1096/852>

Priyambodo, M., Probosari, R. M., & Indriyanti, N. Y. (2021). Correlation Between Self Confidence and Adversity Quotient with Creative Thinking Skills of Grade VIII Students On Subject Motion and Force. *Jurnal Phenomenon*, 11(2), 231–244.
<https://journal.walisongo.ac.id/index.php/Phenomenon/article/download/9544/3746>

Putri, Y. A., & Zulyusri. (2022). Meta-Analisis Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Pembelajaran Biologi. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 4(2), 1–11.

<https://www.journal.walisongo.ac.id/index.php/BIOEDUCA/article/view/11891/4340>

Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, 117(1–2), 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>

Qomariyah, D. N., & Subekti, H., (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif: Studi Eksplorasi Siswa di SMPN 62 Surabaya. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*. 9(2), 242–246.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/38250/33957>

Rahmadana, A., & Agnesa, O. S. (2022). Deskripsi Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic) dan Integrasi Aspek “Art” Steam pada Pembelajaran Biologi SMA. *JOTE: Journal on Teacher Education*, 4(1), 190–201.

Rahman, M. K., Suharto, B., & Iriani, R. (2020). Meningkatkan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Menggunakan Model PjBL Berbasis STEAM pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 3(1), 10–22. <https://doi.org/10.20527/jcae.v3i1.306>

Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing Critical and Creative Thinking Skills Through STEAM Integration in Chemistry Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>

Rahmawati. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Blended Learning Menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Skripsi*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.

Ramlawati, R., Liliyasi, L., Martoprawiro, M. A., & Wulan, A. R. (2014). The Effect of Electronic Portfolio Assessment Model to Increase of Students' Generic Science Skills in Practical Inorganic Chemistry. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 8(3), 179–186.
<https://doi.org/10.11591/edulearn.v8i3.260>

Reza, A.M. 2017. Penerapan Pendekatan Pembelajaran Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) dalam Upaya Mengembangkan Soft Skills Peserta Didik Menggunakan Project Based Learning. *Thesis*. Universitas Negeri Jakarta.

- Richard. (2015). *Global Creativity Indeks. Toronto: Martin Prosperity Institute*, 47.
- Rohman, A., Ishafit, Husna, H., & Kunci, K. (2021). Pengaruh Penerapan Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Berpikir Kreatif Ditinjau dari Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA pada Materi Dinamika Rotasi. *Jpft*, 9(1), 15–21. <http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft>
- Saban, M., Tolangara, A., & Hasan, S. (2023). Pengaruh Penggunaan Model Project Based Learning (PjBL) Berpendekatan STEAM Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Kelas 7 SMP Dian Todahe Halmahera Barat. *Jurnal Bioedukasi*, 6(1), 275-284. <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/bioedu/article/view/6291/4065>
- Safriana, S., Ginting, F. W., & Khairina, K. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEAM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Alat- Alat Optik di SMA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(1), 127–136. <https://doi.org/10.30601/dedikasi.v6i1.2315>
- Sari, A. Y. (2018). Implementasi Pembelajaran Project Based Learning untuk Anak Usia Dini. *Motoric*, 1(1), 10. <https://doi.org/10.31090/paudmotoric.v1i1.547>
- Sari, P. K., Dendi Wijaya Saputra, Ferihen, & Winata, W. (2021). *STEAM (Sains, Teknologi, Engineering, Art and Mathematics)*. 1–124.
- Shabrina, A., & Astuti, U. P. (2022). The Integration of 6Cs of the 21st Century Education into English Skills: Teachers' Challenges and Solutions. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i1.15185>
- Sholihah, M., & Purwanti, S. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik dengan Pendekatan STEM Berbasis Poject Based Learning Materi Energi dan Pemanfaatannya. *Jurnal Taman Cendikia*, 05(02), 670–685. <https://doi.org/10.30738/tc.v5i2.8826>
- Simbolon, R., & Koeswanti, H. D. (2020). Comparison Of Pbl (Project Based Learning) Models With Pbl (Problem Based Learning) Models To Determine Student Learning Outcomes and Motivation. *International Journal of Elementary Education*, 4(4), 519–529. <https://doi.org/10.23887/ijee.v4i4.30087>

- Siswanto, J. (2018). Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 133–137.
<https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>
- Solikha, N., & Rasyida, I. (2020). Efektifitas Pembelajaran E-Learning Berbasis Schoology terhadap Peningkatan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa X IPS MAN Kota Pasuruan. In *Jurnal Ilmiah Edukasi & Sosial*, 11(1), 31–42.
<http://jiesjournal.com/index.php/jies/article/view/221>
- Spikol, D., Nouri, J., Pargman, T. C., & Milrad, M. (2017). Emerging Design: Transforming the STEAM Learning Landscape with The Support of Digital Technologies. *Interaction Design and Architecture(S)*, 34, 5–6.
<https://doi.org/10.55612/s-5002-034-001psi>
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sulistiyani, B. D. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA pada Siswa Kelas V. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 3(4), 422.
<https://doi.org/10.20961/shes.v3i4.53379>
- Suryaningsih, S., & Nurlita, F. A. (2021). Kontribusi STEAM Project Based Learning dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6).
<https://doi.org/https://doi.org/10.36418/japendi.v2i6.198>
- Suryaningsih, S., Nisa, F. A., & Aldiansyah, F. (2023). Implementation of ICT Literacy in STEAM Project Learning for Measuring Student ' s Interest and Motivation. *AIP Conference Proceedings*, 2572, 1–7.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0118585>
- Suryawati, E. A., & Akkas, M. (2021). *Capaian Pembelajaran Elemen Dasar-dasar Literasi & STEAM*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Suryawirawati, I. G., Ramdhan, B., & Juhanda, A. (2018). Analisis Penurunan Miskonsepsi pada Konsep Pemanasan Global dengan Tes Diagnostik (Two-Tier Test) Setelah Pembelajaran Predict-Observe-Explain (POE). *Journal of Biology Education*, 1(1), 93–105. <http://dx.doi.org/10.21043/jobv.v1i1.3361>

- Trisnayanti, Y., Ashadi, Sunarno, W., & Masykuri, M. (2020). Creative Thinking Profile of Junior High School Students on Learning Science. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012072>
- Ulfa, F. M., Asikin, M., & Dwidayati, N. K. (2019). Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa dengan Pembelajaran PjBL terintegrasi Pendekatan STEM. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*, 4(2), hal.614.
<https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/download/348/368>
- Utami, L. U., Bukit, N., Simanjuntak, M. P., & Motlan. (2019). Pengaruh Model Project Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Fluida Dinamis di SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 97–101.
<http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpf>
- Utaminingsih, S. (2020). *Aplikasi E-Jurnal M3 Berprinsip Utami Untuk Keanekaragaman Hayati*, 2(2), 48–58.
- Utami, R. P., Probosari, R. M., & Fatimati, 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), 47–52. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v4i1.5364>
- Utami, T., Kristin, F., & Anugraheni, I. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas 3 SD. *Jurnal Mitra Pendidikan*, 2(6), 541–552.
<https://doi.org/10.24815/pear.v6i1.10703>
- Wahyuningsih, S., Pudyaningtyas, A. R., Hafidah, R., Syamsuddin, M. M., Nurjanah, N. E., & Rasmani, U. E. E. (2019). Efek Metode STEAM pada Kreatifitas Anak Usia 5-6 Tahun. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 4(1), 305. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v4i1.305>
- Wilson, B., & Hawkins, B. (2019). Art and Science in a Transdisciplinary Curriculum. *CIRCE Magazine: STEAM Edition*, 27–36.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086.
<https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

Yuliani, H. (2017). Keterampilan Berpikir Kreatif pada Siswa Sekolah Menengah di Palangka Raya Menggunakan Pendekatan Saintifik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 3(1), 48.
<https://doi.org/10.25273/jpfk.v3i1.1134>

Zubaidah, S. (2017). Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan dengan Tema "Isu-Isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad 21. 2*, 1–17.

Zb, A., Novalian, D., Ananda, R., Habibi, M., & Sulman, F. (2021). Distance Learning With STEAM Approaches: Is Effect on The Cognitive Domain? *Jurnal Educative: Journal of Educational Studies*, 6(2), 129.
<https://doi.org/10.30983/educative.v6i2.4977>