

**IMPLEMENTASI PjBL-STEM DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING*
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK PADA MATERI *GLOBAL WARMING***

(Skripsi)

Oleh :

**Fitri Nur Indah Sari
NPM 2013022032**



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

ABSTRAK

IMPLEMENTASI PjBL-STEM DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI *GLOBAL WARMING*

Oleh

FITRI NUR INDAH SARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi *global warming*. Penelitian ini dilakukan di SMAN 2 Pringsewu dengan desain penelitian yaitu *non-equivalent control group design*. Instrumen penelitian yang digunakan adalah soal tes uraian. Pembelajaran menggunakan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0.6130 lebih besar dari kelas kontrol dengan nilai rata-rata sebesar *N-gain* 0.5051 yang berada pada kategori sedang. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik mempunyai perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini juga didukung oleh data hasil uji hipotesis *Independent Sampel T-Test* diperoleh nilai Sig. Sebesar 0.003, maka dapat diambil keputusan bahwa penerapan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi *global warming*.

Kata Kunci : PjBL-STEM, *Design Thinking*, Kemampuan Berpikir Kritis, *Global Warming*.

**IMPLEMENTASI PjBL-STEM DENGAN STRATEGI *DESIGN THINKING*
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK PADA MATERI *GLOBAL WARMING***

Oleh

Fitri Nur Indah Sari

Skripsi

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

Pada

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



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

Judul Skripsi

IMPLEMENTASI PjBL-STEM DENGAN STRATEGI DESIGN THINKING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI GLOBAL WARMING

Nama Mahasiswa

Fitri Nur Indah Sari

Nomor Pokok Mahasiswa

2013022032

Program Studi

Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan MIPA

Fakultas

Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

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

Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd
NIP 19600315 198703 1 003

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

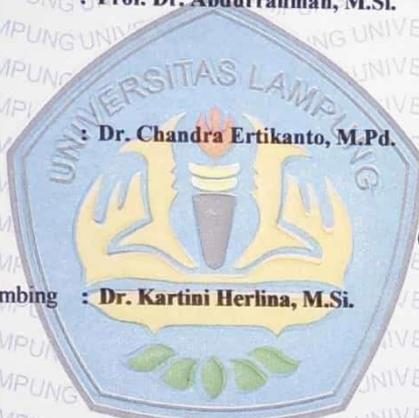
Sekretaris : Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.

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

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP. 1965123001991111001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 15 Oktober 2024



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Fitri Nur Indah Sari
NPM : 2013022032
Fakultas/ Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Air Kubang, Kec. Air Nanningan, Kab. Tanggamus,
Lampung

Menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kerja sama 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 diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.



Bandar Lampung, 15 Oktober 2024

Fitri Nur Indah Sari
2013022032

RIWAYAT HIDUP

Fitri Nur Indah Sari dilahirkan di Air Kubang, pada tanggal 5 Maret 2003, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, putri bungsu dari Bapak Sunyoto dan Ibu Amdatul Hasanah, S.Pd.I. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2009 di SD Negeri 1 Air Kubang sampai dengan tahun 2015, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Air Nanningan dan lulus pada tahun 2018, setelah itu penulis melanjutkan studi di SMA Negeri 2 Pringsewu dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika penulis beberapa kali aktif dalam kegiatan organisasi. Penulis pernah menjadi staff bidang pemberdayaan perempuan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (BEM FKIP) pada tahun 2021, selain itu Penulis juga pernah menjadi anggota bidang kerohanian Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika), penulis aktif dalam beberapa kepanitiaan di tingkat program studi hingga tingkat fakultas. Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2023 di Kampung Kotaway, Kecamatan Kasui, Kabupaten Way Kanan. Kegiatan tersebut juga bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SMP Islam Darussa'adah.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah:5-6)

“Cukuplah Allah bagiku, tidak ada Tuhan selain Dia. Hanya kepada-Nya aku bertawakkal, dan Dia adalah Tuhan yang memiliki ‘Arsy yang agung”

(Q.S At-Taubah:129)

“Katakanlah, “wahai hamba-hamba-Ku yang melampaui batas terhadap diri mereka sendiri! Janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya Allah mengampuni dosa-dosa semuanya. Sungguh, Dialah Yang Maha Pengampun, Maha Penyayang”

(Q.S Az-Zumar:53)

“Jangan pernah lelah untuk terus bersabar, dan jangan lupa untuk selalu bersyukur”

(Fitri Nur Indah Sari)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'aalamiin, dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam. Bersama rasa syukur yang mendalam, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan serta tanda bakti kasih sayang yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Sunyoto dan Ibu Amdatul Hasanah S.Pd.I., yang tanpa lelah selalu mendoakan kelancaran disetiap hal yang dilakukan anaknya, yang selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan kesehatan dan memberikan kesempatan saya untuk membahagiakan kalian;
2. Kakak tersayang Muhamad Alfauzan, S.P., yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, serta selalu memberikan semangat untuk saya selama ini;
3. Keluarga besar yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya;
4. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan Ikhlas;
5. Sahabat dan teman-teman yang setia menemani dalam perjuangan;
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
5. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
6. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd., selaku dosen Pembimbing II, atas kesediaan dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritik kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini;
7. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku dosen Pembahas yang selalu memberikan arahan dan saran untuk perbaikan skripsi ini;
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
9. Bapak Budi Susanto, S.Si., M.Pd., selaku kepala SMAN 2 Pringsewu beserta jajaran yang telah memberikan izin bagi penulis untuk melaksanakan penelitian di sekolah;
10. Ibu Alijatul Chamisah, S.Pd., selaku guru mitra SMAN 2 Pringsewu yang telah banyak membantu dan bekerjasama selama penelitian berlangsung;

11. Peserta didik SMAN 2 Pringsewu khususnya kelas X-4 dan X-5 atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
12. Sahabat dekat penulis (Ikal, Mely, Lya, Rizky, Andala, Mufid, Atikkotunnajiah), yang tak jarang meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membantu penulis dan bersedia mendengarkan keluh kesah penulis;
13. Keluarga “Generative” khususnya (Lya, Navilla, Nafieri, Mufid, Rizky, Andala) yang masih menjadi rumah diluar rumah penulis, semoga kita selalu kompak dan tidak pernah terputus;
14. Rekan-rekan KKN Kotaway (Sophia, Fira, Fitam, Habibah, Amanda, Imam, Huda) yang sudah memberikan warna baru dalam kehidupan perkuliahan penulis;
15. Keluarga besar ALMAFIKA yang menjadi wadah organisasi mahasiswa pendidikan fisika;
16. Keluarga besar CABE (Club Akademik Pak Abe);
17. Kepada semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini.

Bandar Lampung, Oktober 2024

Fitri Nur Indah Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Teoritis	5
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme.....	5
2.1.2 Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	6
2.1.3 Pendekatan STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i>).....	9
2.1.4 Kemampuan Berpikir Kritis.....	11
2.1.5 PjBL-STEM.....	14
2.1.6 Strategi <i>Design Thinking</i>	16
2.1.7 <i>Global Warming</i>	18
2.2 Penelitian yang Relevan.....	21
2.3 Kerangka Pemikiran	22
2.4 Perumusan Hipotesis.....	25
III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat.....	26
3.2 Populasi Penelitian.....	26
3.3 Sampel Penelitian	26
3.4 Desain Penelitian	26
3.5 Variabel Penelitian.....	28
3.6 Prosedur Pelaksanaan	28
3.7 Instrumen Penelitian	30
3.8 Analisis Instrumen Penelitian	30
3.9 Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.10 Teknik Analisis Data	33
3.11 Pengujian Hipotesis	36

IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Pelaksanaan Penelitian.....	37
4.1.2	Data Kuantitatif Hasil Penelitian	37
4.1.3	Hasil Perhitungan <i>N-gain</i>	38
4.1.4	Hasil Uji Normalitas	39
4.1.5	Hasil Uji Homogenitas.....	40
4.1.6	Hasil Uji <i>Independent sampel T-test</i>	40
4.1.7	Hasil Uji <i>Analysys of Covariance (ANCOVA)</i>	41
4.2	Pembahasan	42
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi STEM	10
2. Indikator Berpikir Kritis.....	13
3. Sintaks PjBL-STEM	15
4. Penelitian yang Relevan.....	21
5. Desain Eksperimen <i>Pretest Posttest Control Group Design</i>	27
6. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	29
7. Hasil Uji Validitas Instrumen	31
8. Kriteria nilai <i>cronbach's alpha</i>	32
9. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen.....	33
10. Klasifikasi Rata-rata <i>N-Gain</i>	34
11. Interpretasi Uji Homogenitas	35
12. Hasil <i>Pretest Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kritis Kedua Kelas.....	38
13. Data Rata-rata <i>N-Gain</i>	38
14. Hasil Uji Normalitas	39
15. Hasil Uji Homogenitas.....	40
16. Hasil Uji <i>Independent Sampel T-Test</i>	41
17. Hasil Uji <i>Analysis of Covariance (ANCOVA)</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tahapan proses <i>design thinking</i>	16
2. Kerangka pemikiran	24
3. Grafik Rata-rata N-Gain.....	39
4. Contoh Jawaban Peserta Didik di LKPD Tahap Reflection	44
5. Contoh Rancangan Produk.....	46
6. Pembuatan Produk Powerbank Bertenaga Surya	46
7. Uji Coba Produk.....	47
8. Mengkomunikasikan Hasil Produk	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan pengetahuan, kemampuan akademik, dan keterampilan berpikir pada peserta didik menjadi tantangan pada pembelajaran abad ke-21. Tantangan ini dapat dihadapi dengan menerapkan inovasi pembelajaran yang menstimulus keterampilan abad 21. Ditjen (2017) mengungkapkan keterampilan abad 21 dirasa dapat melahirkan sumber daya manusia yang berkualitas apabila dari keterampilan-keterampilan abad 21 tersebut bisa dilaksanakan ataupun tercapai dengan baik. Keterampilan abad 21 meliputi keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*), berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi (*collaboration*), dan keterampilan komunikasi (*comunication*) yang diakui sebagai standar kompetensi yang perlu dimiliki peserta didik untuk memenuhi tuntutan kehidupan masa depan (Ağaoğlu & Demir, 2020; González & Ramírez, 2022).

Keterampilan abad 21 yang harus dikuasai oleh peserta didik salah satunya yaitu *critical thinking* (Hidayatullah *et al.*, 2021). Nandar (2018) mengungkapkan sejak dini anak dibiasakan untuk berpikir secara kritis dalam memandang suatu masalah sehingga mampu menyelesaikannya secara bijak. Oleh karena itu, peserta didik diharapkan memiliki kemampuan berpikir kritis agar mereka memiliki kepekaan terhadap masalah yang muncul dalam masyarakat dan mampu mengidentifikasi masalah serta merumuskannya secara tepat..

Karakteristik dari kurikulum merdeka ada pada pembelajarannya yang berorientasi pada masalah dan proyek (Ramadhan & Warneri, 2023). Masalah

yang menjadi pembahasan dalam kurikulum merdeka adalah konservasi energi dan *global warming* (pemanasan global), hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap isu-isu lingkungan disekitarnya (Puspaningsih dkk., 2021).

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan pendidik SMA Negeri 2 Pringsewu, diketahui bahwa dalam proses pembelajaran peserta didik diberikan sebuah konsep, yang di dalam kegiatan pembelajarannya pendidik hanya mentransfer ilmu kepada peserta didik, dan diberikan latihan soal yang berhubungan dengan konsep yang telah diberikan. Peserta didik masih cenderung belum mampu menyelesaikan masalah fisika dengan cara baru atau inovatif. Peserta didik juga belum sepenuhnya belajar mengaplikasikan konsep fisika dalam membuat suatu karya nyata. Selain itu, proses pembelajaran kurang mengajak peserta didik untuk terlibat aktif dalam mempelajari dan mengaplikasikan materi dengan dunia nyata. Hal ini membuat peserta didik bosan dan kurang antusias dengan pelajaran, sehingga menyebabkan mereka menjadi pasif. Padahal, proses pembelajaran akan lebih efektif jika peserta didik berpartisipasi secara aktif.

Menurut Rusman (2017) guru seharusnya tidak lagi menjalankan pembelajaran secara konvensional, tetapi berbasis pada tuntutan belajar terkini abad 21. Peranan guru bukan hanya sebagai *transfer of knowledge* atau guru merupakan satu-satunya sumber belajar yang bisa melakukan apa saja (*teacher center*), melainkan guru sebagai mediator dan fasilitator aktif untuk mengembangkan potensi aktif peserta didik yang ada pada dirinya. Solusi untuk mewujudkan keberhasilan kegiatan belajar mengajar adalah dengan pemilihan model pembelajaran yang tepat, dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif model pembelajaran yang tepat adalah model *project based learning* (Rusman, 2017). *Project Based Learning* (PjBL) dalam bahasa Indonesia berarti pembelajaran berbasis proyek. *Project Based Learning* menjadi salah satu model pengajaran inovatif yang paling banyak diadopsi untuk menghadapi tantangan masa depan (Coronado *et al.*, 2021). Dalam konteks pembelajaran, kemampuan berpikir kritis bertujuan untuk

meningkatkan pemahaman mendalam terhadap materi pelajaran, mendorong kreativitas, dan membekali peserta didik dengan keterampilan pemecahan masalah yang efektif. Pendekatan pembelajaran yang mendukung pengembangan berpikir kritis seringkali melibatkan metode seperti pembelajaran berbasis masalah, diskusi kelompok, dan proyek kolaboratif. Beberapa penelitian terkini menunjukkan pentingnya integrasi keterampilan berpikir kritis dalam kurikulum pendidikan. Kemampuan berpikir kritis berkorelasi positif dengan peningkatan prestasi akademik peserta didik (Changwong *et al.*, 2018). Implementasi STEM dapat memenuhi integrasi keterampilan dan konten pada abad 21 (Abdurrahman *et al.*, 2019).

PjBL-STEM menjadikan peserta didik terlibat secara aktif dan berpartisipasi di dalam proses pembelajaran (Purwaningsih *et al.*, 2020). Pada topik *global warming* belum banyak digunakan dalam bentuk pembelajaran terintegrasi PjBL-STEM *design thinking*. Penggabungan model pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* seringkali berbentuk pembelajaran berbasis proyek, yang merupakan perubahan besar dalam proses pembelajaran (Chang & Yen, 2021; Chiu *et al.*, 2021). Hal ini karena melalui *design thinking* terintegrasi STEM peserta didik diberi kesempatan untuk mewujudkan kreatifitas atau gagasan dalam menyelesaikan permasalahan sekitar (Iskandar *et al.*, 2020) dan dapat meningkatkan keterampilan abad 21 (Hasibuan *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan strategi *design thinking* menjadi salah satu alternatif solusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, sehingga peneliti melakukan penelitian dengan judul “Implementasi PjBL-STEM dengan Strategi *Design Thinking* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi *Global Warming*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka struktur pertanyaan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut : “Apakah model pembelajaran PjBL-STEM dengan Strategi *Design Thinking* berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran *global warming*?”.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pengaruh implementasi PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* pada materi *global warming* terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini bermanfaat untuk :

- 1.4.1 Bagi sekolah, memberikan informasi atau saran untuk menerapkan kebijakan-kebijakan terhadap model serta metode pembelajaran yang harus diterapkan oleh pendidik, sehingga kualitas pembelajaran di sekolah menjadi lebih baik.
- 1.4.2 Bagi guru, model PjBl-STEM dengan strategi *design thinking* dapat menjadi variasi dan alternatif model dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, sehingga mampu meningkatkan mutu dalam proses pembelajaran dan kualitas yang dihasilkan setelahnya.
- 1.4.3 Bagi peserta didik, dapat menjadi pengalaman tersendiri sehingga dapat menimbulkan minat dalam belajar fisika sehingga pemahaman konsep fisika peserta didik juga akan menjadi lebih baik.
- 1.4.4 Bagi peneliti, menambah informasi untuk mengembangkan pemikiran dan pengetahuan yang bernilai tentang pendidikan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah :

- 1.5.1 Model pembelajaran yang diterapkan yaitu model pembelajaran PjBL-STEM dengan sintaks menurut Laboy Rush (2010).
- 1.5.2 Fokus penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis (*Critical Thinking*).
- 1.5.3 Penelitian ini dilakukan kepada siswa kelas X Sekolah Menengah Atas (X SMA).
- 1.5.4 Konsep fisika yang dibahas adalah *Global Warming*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teoritis

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme menurut Piaget (1971) adalah sistem penjelasan tentang bagaimana peserta didik sebagai individu beradaptasi dan memperbaiki pengetahuannya. Konstruktivisme mengacu pada cara belajar dan berpikir, teori ini menggambarkan cara peserta didik mampu memahami materi dan juga bagaimana materi dapat diajarkan secara efektif dengan mempertimbangkan apa yang di ketahui oleh peserta didik dan mempraktikkan pengetahuan mereka (Aminah *and* Davatgari, 2015). Singh *and* Yaduvanshi (2015) mengungkapkan bahwa teori konstruktivisme mengasumsikan peserta didik membangun pengetahuannya berdasarkan interaksi dengan lingkungannya.

Teori belajar konstruktivisme adalah teori filosofis tentang pembelajaran yang menekankan bahwa pengetahuan merupakan hasil dari konstruksi atau pembentukan kognitif individu melalui aktivitas dan tindakan yang dilakukan. Teori ini juga menekankan pada aktivitas kreatif dan konstruktif yang membangun berdasarkan dari apa yang telah dipelajari. Hakikat teori belajar konstruktivisme adalah penggunaan alat berpikir seseorang yang tidak lepas dari pengaruh lingkungan sosial budayanya (Anjelita dan Supriyanto, 2024). Salah satu prinsip utama teori ini yaitu, bahwa guru tidak dapat hanya sekedar mentransfer pengetahuan kepada peserta didik, tetapi

terdapat empat asumsi epistemologis yang menjadi inti dari pembelajaran konstruktivistik, yaitu; (1) pengetahuan dibangun secara fisik oleh peserta didik yang terlibat dalam pembelajaran aktif; (2) pengetahuan secara simbolis dikonstruksi oleh peserta didik yang membuat representasi tindakan mereka sendiri; (3) pengetahuan dikonstruksi secara sosial oleh peserta didik yang menyampaikan maknanya kepada orang lain; (4) pengetahuan teoritis dibangun oleh peserta didik yang mencoba menjelaskan hal-hal yang belum dipahami sepenuhnya (Singh *and* Yaduvanshi, 2015).

Anjelita dan Supriyanto (2024) menyimpulkan bahwa teori belajar konstruktivistik adalah teori yang sesuai untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran, karena teori ini menuntut peserta didik untuk mampu berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, proses kegiatan belajar mengajar yang dilaksanakan akan terkesan lebih hidup. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviyani dkk (2020) yang mengungkapkan bahwa, konstruktivisme merupakan teori yang mendukung pembelajaran model PjBL dengan pendekatan STEM, terutama dalam sintaks pada tahap *discovery* dan *research* dimana dalam tahap ini membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok untuk menyajikan solusi dari sebuah masalah, berkolaborasi serta membangun langkah dalam mengembangkan kemampuan peserta didik dari proses merancang untuk mendesain. Selain itu, peserta didik dituntut untuk mencari informasi, mendesain, dan mengembangkan pemahaman konseptual yang relevan berdasarkan proyek.

2.1.2 Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

2.1.2.1 Pengertian Model PjBL

Model pembelajaran merupakan salah satu bentuk pola pembelajaran yang disajikan secara khas dari awal sampai akhir oleh guru. Model pembelajaran PjBL adalah model pengajaran yang melibatkan peserta

didik secara sistematis untuk mengembangkan keterampilan belajar melalui proses yang terstruktur sehingga menghasilkan suatu produk berdasarkan pengalaman nyata yang telah diteliti oleh peserta didik (Nurmi dkk, 2020).

Model pembelajaran *Project Based Learning* sering disebut juga pembelajaran berbasis proyek. Pembelajaran PjBL merupakan suatu model dari pembelajaran inovatif yang melibatkan kerja proyek dan menuntut peserta didik untuk merancang, memecahkan masalah, membuat keputusan, melakukan kegiatan investigasi, dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bekerja secara mandiri (Putra & Basuki, 2018). Sitaresmi *et al.* (2017) juga mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek.

Menurut Lestari *et al.* (2016), model pembelajaran berbasis proyek menekankan kepada peserta didik untuk membuat sebuah proyek dan menghasilkan suatu produk atau karya, kemudian belajar dari proses pembuatan proyek serta produk tersebut supaya materi mudah untuk dipahami. Berdasarkan pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa model *project based learning* merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dalam suatu proyek yang dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu untuk menghasilkan suatu produk yang pengerjaannya dapat berupa proyek perseorangan atau kelompok, dengan demikian peserta didik dapat secara aktif berkolaboratif dalam kegiatan pembelajaran dalam rangka memperoleh pengetahuan dan pengalaman kerja secara nyata.

Pembelajaran berbasis proyek memiliki beberapa karakteristik, yaitu sebagai berikut :

- a. Isi, pembelajaran ini menyajikan suatu masalah yang kompleks sehingga menuntut peserta didik untuk menemukan suatu gagasan.

- b. Kondisi, dalam hal ini pembelajarannya berorientasi pada kegiatan belajar peserta didik untuk menemukan sesuatu atau menghasilkan sebuah produk.
- c. Aktivitas, model *project based learning* dilakukan dengan kegiatan investigasi kelompok kolaboratif.
- d. Hasil, model ini menghasilkan sebuah produk nyata yang dibuat oleh peserta didik.

2.1.2.2 Sintaks Model Pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)*

Berikut ini 3 sintak model *project based learning* sebagai pedoman pembelajaran (Isrok'atun dan Amelia Rosmala, 2018) :

1. Tahap Perencanaan (*Planning*)

Tahap *planning* merupakan tahap perencanaan dalam merancang sebuah proyek. Kegiatannya berupa penyampaian sebuah fenomena nyata sebagai topik atau judul masalah, membuat rencana untuk proyek, memprediksikan suatu masalah, dan mendesain investegasi.

2. Tahap Implementasi (*Creatting*)

Dalam tahapan ini peserta didik diharapkan mampu mengembangkan suatu gagasan proyek yang telah direncanakan serta mampu menghubungkan dari berbagai macam ide kedalam satu kelompok sehingga dapat membangun sebuah proyek serta menghasilkan sebuah produk.

3. Tahap Pengolahan (*Processing*)

Tahapan terakhir yaitu berupa tahap persentasi proyek dan evaluasi. Kegiatan persentasi dapat dilakukan dengan mengungkapkan sebuah hasil proyek yang telah ditemukan dalam kegiatan investigasi kelompok. Sedangkan kegiatan evaluasi dilakukan dengan melakukan kegiatan refleksi terhadap proyek yang dihasilkan.

Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek. Johnson (2009) menyatakan bahwa langkah pembelajaran PjBL meliputi;

- a. *Arrange* yang meliputi; menentukan tujuan belajar, memutuskan proyek yang akan dikerjakan dan mengatur waktu pelaksanaan proyek dengan sebaik-baiknya.
- b. *Begin* yaitu memulai mengerjakan proyek.
- c. *Change* yaitu membuat perubahan yang diperlukan dalam rangka memperbaiki proyek yang sedang dikerjakan
- d. *Demonstrate* yaitu menunjukkan apa yang telah dicapai melalui presentasi.

Maka dapat disimpulkan sintak atau langkah-langkah pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* adalah :

- 1) menetapkan tema proyek,
- 2) menetapkan konteks belajar,
- 3) merencanakan aktivitas-aktivitas,
- 4) memproses aktivitas-aktivitas,
- 5) penerapan aktivitas-aktivitas untuk menyelesaikan proyek.

2.1.3 Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*)

Pendekatan STEM yang diterapkan dalam proses pembelajaran tematik integratif yang dinilai efektif dan praktis, dikarenakan pendekatan ini menggabungkan empat bidang dalam pendidikan yaitu ilmu sains, teknologi, teknik, dan matematika (Sukmana, 2017). STEM terintegrasi melibatkan integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika serta bidang studi lainnya melalui pengalaman belajar berbasis proyek yang membutuhkan penerapan pengetahuan untuk memecahkan masalah dunia nyata yang otentik dalam lingkungan kolaboratif untuk kepentingan siswa (Sandall *et al.*, 2018). Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran dengan pendekatan STEM, peserta didik akan membutuhkan jenis alat dan bahan yang dapat membantu melakukan proses investigasi terkait solusi terhadap permasalahan yang ada dalam kehidupan nyata (Abdurrahman *et al.*, 2019).

Pendekatan STEM dapat menunjang keterampilan abad 21 dengan melatih kemampuan dan bakat peserta didik sehingga literasi sains, motivasi, pemahaman materi, kemampuan berpikir kreatif, efektifitas, serta pembelajaran bermakna, dapat meningkat dan menunjang karir di masa depan (Jauhariyyah *et al.*, 2017). Menurut Mau'izhah dkk., (2021) dalam pembelajaran STEM, peserta didik dapat memecahkan masalah kehidupan nyata yang lebih baik, apabila pembelajaran yang diterapkan dan dirancang dengan tepat. Adapun definisi dari literasi STEM menurut Asmuniv (2015) dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Definisi STEM

STEM	Definisi
<i>Science</i> (Sains)	Kecakapan dalam menggunakan pengetahuan dan proses ilmiah untuk memahami dunia beserta alam dan kecakapan dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Kemampuan dalam bagaimana menggunakan berbagai teknologi, belajar mengembangkan teknologi yang baru, dan menganalisis teknologi sehingga dapat mempengaruhi pemikiran peserta didik.
<i>Engineering</i> (Teknik)	Kemampuan dalam mengimplementasikan pengetahuan dan teknologi dengan proses desainpelajaran yang lebih kreatif dan inovatif berbasis proyek dengan mengintegrasikan dari beberapa materi yang berbeda (interdisipliner).
<i>Mathematics</i> (Matematika)	Kecakapan dalam menganalisis dan menyampaikan gagasan, rumusan, menyelesaikan masalah secara matematik dalam pengaplikasiannya.

Sumber: Asmuniv (2015)

Pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM tidak hanya mempelajari ilmu pengetahuan saja, namun mengkaitkannya dengan teknologi, teknik, dan matematika. Berikut merupakan empat aspek pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM: (1) Sains, penggunaan pengetahuan dan

keterampilan proses sains untuk memahami dan memanipulasi gejala alam; (2) Teknologi, penggunaan teknologi, yaitu mengetahui bagaimana teknologi baru dapat dikembangkan dan teknologi dapat di gunakan untuk memudahkan kerja manusia; (3) Teknik, yaitu mengoperasikan, mendesain atau merangkai dengan merujuk pada sains dan teknologi; (4) Matematika, menganalisis, menunjukkan bukti, menyelesaikan masalah, menginterpretasikan solusi dari data dan hasil perhitungan (Siswanto, 2018).

Pada pembelajaran STEM, peran guru bukan sebagai ahli yang bertugas untuk mentransfer pengetahuan, namun guru sebagai pembimbing peserta didik dalam proses pembelajaran, mengarahkan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan, dan membantu dalam mencari atau mengembangkan pemahamannya sendiri dari proses pembelajaran. Beberapa manfaat dari pendekatan STEM membuat peserta didik mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik, inovator, dan mandiri. Penerapan STEM dapat mengembangkan pengetahuan dan memunculkan keterampilan dalam diri peserta didik, seperti kemampuan menyelesaikan masalah.

2.1.4 Kemampuan Berpikir Kritis

Secara umum, berpikir kritis didefinisikan sebagai proses kognitif yang melibatkan analisis, evaluasi, dan sintesis informasi untuk membuat penilaian yang rasional dan keputusan yang tepat. Berpikir kritis merupakan aspek penting dan topik yang vital dalam pendidikan modern sehingga para pendidik tertarik untuk mengembangkan berpikir kritis kepada peserta didik (Permana 2018). Facione (2020) menekankan bahwa berpikir kritis melibatkan tidak hanya keterampilan kognitif tetapi juga disposisi afektif. Ia mengidentifikasi enam keterampilan inti berpikir kritis: interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan regulasi diri.

Davies dan Barnett (2021) memperluas pemahaman tentang berpikir kritis dengan mengusulkan model tiga dimensi yang mencakup keterampilan,

disposisi, dan tindakan. Mereka berpendapat bahwa berpikir kritis harus dilihat tidak hanya sebagai proses kognitif, tetapi juga sebagai praktik sosial yang melibatkan aksi dan interaksi.

Berpikir kritis adalah suatu bentuk penilaian yang dihasilkan oleh seorang pemikir setelah menganalisis secara cermat pendapat, perspektif, atau hasil eksperimen yang ada terhadap suatu masalah atau situasi tertentu (Baldwin, 2020). Oleh karena itu, berpikir kritis merupakan kemampuan manusia untuk berpikir dengan baik dan logis agar dapat menganalisis permasalahan secara cermat dan mendalam. Berpikir kritis termasuk salah satu kemampuan abad 21 yang dibutuhkan oleh peserta didik dengan tujuan mereka mampu menghadapi adanya perubahan *society* dalam hal cara manusia berkomunikasi secara global dan adanya perubahan kemajuan teknologi sebagai sumber informasi (Chu *et al.*, 2017). Kemampuan berpikir kritis dibutuhkan untuk memproses informasi dan fakta-fakta dari berbagai sumber hingga mendapatkan pemahaman terkait informasi dan fakta tersebut. Menurut Baldwin, A (2020), langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk berpikir kritis saat menghadapi berbagai situasi adalah dengan cara berikut.

- a. Mempertanyakan semuanya
- b. Melakukan penelitian
- c. Membatasi asumsi
- d. Mengenali bias diri sendiri
- e. Mengumpulkan dan menimbang semua opsi

Berpikir kritis dapat dimulai dari percobaan sederhana seperti observasi (Spector & Ma, 2019). Hal ini sejalan dengan peran berpikir kritis di bidang sains seperti:

- a. penelitian, pengamatan, eksplorasi;
- b. menemukan masalah (mengidentifikasi dan mendefinisikan permasalahan ilmiah);
- c. memecahkan masalah (menemukan solusi tepat untuk suatu masalah);

- d. membuat keputusan;
- e. memperoleh informasi;
- f. memberikan kritik, *critical questioning*, memformulasikan masalah;
- g. konstruksi pengetahuan yang andal;
- h. argumentasi (mempertahankan ide, diskusi, dan debat);
- i. evaluasi, pengujian yang cermat dan tepat;
- j. menolak atau menerima hipotesis;
- k. memecahkan, mengklarifikasi perbedaan dan menyimpulkan pernyataan yang benar; dan
- l. mengklarifikasi makna (Santos, 2017).

Peter Facione, seorang ahli terkemuka dalam berpikir kritis, mengidentifikasi enam keterampilan inti berpikir kritis yang sangat relevan dengan model pembelajaran PjBL-STEM. Berikut ini indikator berpikir kritis menurut Facione (2015):

Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis (1)	Deskripsi (2)	Sub-kemampuan berpikir kritis (3)
<i>Interpretation</i>	Untuk memahami dan mengungkapkan makna atau signifikansi dari berbagai pengalaman, situasi, data, peristiwa, penilaian, konvensi, keyakinan, aturan, prosedur atau kriteria.	<i>Categorization</i> <i>Decoding</i> <i>Significance</i> <i>Clarifying Meaning</i>
<i>Analysis</i>	Untuk mengidentifikasi hubungan inferensial yang dimaksudkan dan aktual antara pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi atau bentuk representasi lain yang dimaksudkan untuk mengekspresikan keyakinan, penilaian, pengalaman, alasan, informasi, atau pendapat.	<i>Examining ideas</i> <i>Detecting arguments</i> <i>Analyzing arguments</i>
<i>Evaluation</i>	Untuk menilai kredibilitas pernyataan atau representasi lain yang merupakan akun atau deskripsi dari persepsi, pengalaman, situasi, penilaian, keyakinan, atau pendapat seseorang; dan untuk menilai kekuatan logis dari hubungan inferensial aktual atau yang dimaksudkan antara pernyataan, deskripsi, pertanyaan, atau bentuk representasi lainnya.	<i>Assessing Claims</i> <i>Assessing Arguments</i>
<i>Inference</i>	Untuk mengidentifikasi dan mengamankan elemen yang diperlukan untuk menarik kesimpulan yang masuk akal; untuk membentuk	<i>Querying Evidence</i> <i>Conjecturing</i> <i>Alternatives</i>

(1)	(2)	(3)
	dugaan dan hipotesis; untuk mempertimbangkan informasi yang relevan dan untuk mengurangi konsekuensi yang berasal dari data, pernyataan, prinsip, bukti, penilaian, keyakinan, opini, konsep, deskripsi, pertanyaan, atau bentuk representasi lainnya	<i>Drawing Conclusions</i>
<i>Explanation</i>	Untuk menyatakan dan membenarkan penalaran itu dalam hal pertimbangan pembuktian, konseptual, metodologis, kriteriologis, dan kontekstual yang menjadi dasar hasil seseorang; dan untuk menyajikan alasan seseorang dalam bentuk argumen yang meyakinkan	<i>Stating Results Justifying Procedures Presenting Arguments</i>
<i>Self-regulation</i>	Secara sadar untuk memantau aktivitas kognitif seseorang, elemen yang digunakan dalam aktivitas tersebut, dan hasil yang dididik, terutama dengan menerapkan keterampilan dalam analisis, dan evaluasi terhadap penilaian inferensialnya sendiri dengan tujuan untuk mempertanyakan, mengkonfirmasi, memvalidasi, atau mengoreksi penalaran seseorang atau hasil seseorang	<i>Self-examination Self-correction</i>

2.1.5 PjBL-STEM

Ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika & pembelajaran berbasis proyek (STEM-PjBL) merupakan model pembelajaran yang didasarkan pada konotasi pendidikan STEM dan terintegrasi dengan PjBL (Lou *et al.*, 2011). Model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) “merupakan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik di dalam suatu proyek berdasarkan suatu masalah dan pada akhirnya peserta didik dapat menghasilkan suatu karya yang nyata”. (Lisminingsih, 2010). Menurut Hodgins (2010) “Model pembelajaran *Project-Based Learning*” lebih menekankan model pembelajaran yang berfokus pada peserta didik (*student-centered*) dimana peserta didik sebagai subjek aktivitas belajar lebih mandiri dalam menyelesaikan karya autentik sebagai hasil pembelajaran. STEM adalah pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan isi dan keterampilan sains, teknologi, teknik dan matematika. Pengajaran STEM memungkinkan peserta didik untuk

menunjukkan semangat kerja tim, memperkuat kerja sama tim mereka, mengevaluasi dan menyelesaikan masalah sulit yang mereka hadapi dalam kehidupan, dan meningkatkan kemampuan mereka untuk menguasai pengetahuan baru (Capraro, R.M. *et al.*, 2013).

Project Based Learning dan STEM memiliki kelebihan dan kekurangan yang saling melengkapi satu sama lain. Pada *Project Based Learning* peserta didik memperoleh pemahaman konsep melalui pembuatan produk, sedangkan pada pembelajaran STEM terjadi proses perancangan dan *redesign (engineering design proces)* sehingga dapat menciptakan produk terbaik. Dengan cara ini, peserta didik dapat memelihara jiwa kreatif mereka, menumbuhkan bakat mereka yang berbeda di bawah penilaian yang beragam, menghubungkan kelas dengan dunia nyata dan menjadi dipersiapkan dengan baik untuk pekerjaan masa depan mereka. Berikut merupakan sintaks dalam model PjBL-STEM menurut Laboy Rush (2010), yaitu:

Tabel 3. Sintaks PjBL-STEM

PjBL-STEM (1)	Langkah-langkah (2)
<i>Reflection</i>	Membawa siswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik agar dapat segera mulai menyelidiki atau menginvestigasi suatu masalah.
<i>Research</i>	Seorang guru memberikan pembelajaran sains, memilih referensi bacaan terkait materi untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan sesuai dengan pembelajaran.
<i>Discovery</i>	Penemuan yang melibatkan proses research dan informasi yang diketahui dalam penyusunan <i>project</i> dapat membuat peserta didik belajar mandiri dan menentukan apa yang masih belum diketahui, mengembangkan kemampuan peserta didik dalam membangun <i>habit of mind</i> dari proses merancang atau mendesain suatu <i>project</i>
<i>Application</i>	Menguji produk/solusi untuk memecahkan masalah, menguji produk yang telah dibuat dari

(1)	(2)
	ketentuan yang ditetapkan sebelumnya, hasil yang diperoleh di evaluasi dan diperbaiki untuk perbaikan langkah sebelumnya
<i>Communication</i>	Mempresentasi hasil <i>project</i> yang telah di rancang hal ini mampu menambah keterampilan komunikasi serta kolaborasi agar dapat menerima umpan balik.

Berdasarkan sintaks tersebut model pada penelitian ini menggunakan PjBL-STEM menurut Laboy Rush (2010) dengan langkah-langkah: *Reflection, research, discovery, application, communication.*

2.1.6 Strategi *Design Thinking*

Design thinking merupakan strategi pembelajaran multidisiplin yang diadaptasi dari korporat dan bidang pendidikan (Wrigley & Straker, 2017). *Design thinking* pada dasarnya adalah proses menghasilkan ide, menilai, dan memilih tindakan (Lin *et al.*, 2020). *Design thinking* menggantikan instruksi langsung dengan fase inkuiri yang mengubah guru menjadi fasilitator untuk membantu peserta didik memperoleh keterampilan seperti kreativitas, komunikasi, berpikir kritis, dan kerja sama. Proyek *design thinking* melibatkan penggunaan berbagai proses untuk meneliti dan memecahkan masalah. Tahapan-tahapan proses *design thinking* menurut Plattner (2010) seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahapan proses *design thinking*

- a. *Empathize*, *design thinking* berpusat pada manusia dan dibangun di atas empati. Tahap empati menjadi bagian krusial dalam proses *design thinking* karena dapat memperlihatkan tentang bagaimana seseorang berpikir dan merasa. Tahap ini ditandai dengan

- keterlibatan pengguna, interaksi dengan pengguna, wawancara dengan pengguna, observasi perilaku pengguna dalam kehidupan nyata, dan internalisasi dari itu pengguna pengalaman.
- b. *Define*, proses menilai dan mensintesis hasil dari empati seseorang akan menampilkan kebutuhan yang berkaitan dengan masalah dan memahami masalah. Tahap *define* dimaksudkan untuk membuat pernyataan atas masalah dan mencoba memperoleh pemahaman yang menyeluruh dari pengguna dan lingkungan.
 - c. *Ideate*, adalah tentang memunculkan ide-ide baru. Pada tahap ini bertujuan untuk menyelidiki sebuah permasalahan, kemudian memunculkan ide-ide sebagai solusi dari penyelesaian masalah tersebut. *Ideate* memiliki fokus utama pada pembuatan ide, menawarkan sumber daya untuk membuat prototipe, dan memberi solusi kreatif kepada pengguna.
 - d. *Prototype*, pada tahap ini berupaya mengungkapkan ide dan memecahkan masalah, berkomunikasi, memulai percakapan, menguji potensi solusi, dan mengawasi proses penciptaan solusi. Prototipe dapat dibuat dengan berbagai cara seperti dalam bentuk nyata yang melibatkan pengguna. Prototipe dengan resolusi rendah dapat mengambil bentuk papan cerita, permainan peran, wujud barang atau layanan.
 - e. *Test*, langkah terakhir dalam proses *design thinking* yang melibatkan proses melakukan tes, mengembangkan pengalaman pengguna, dan meminta orang untuk membandingkan, memperbaiki ide, dan prototipe serta untuk lebih memahami pengguna. Pada tahap ini menawarkan kesempatan untuk meningkatkan solusi yang dikembangkan karena masukan pengguna.

Design Thinking menggabungkan penciptaan ide-ide baru dengan analisisnya dan evaluasi bagaimana ide-ide tersebut diterapkan secara umum. Strategi ini melibatkan tindakan desain, eksperimen, dan pola pikir tertentu yang mencakup pembelajaran dan penerapan desain untuk

menciptakan solusi inovatif terhadap tantangan sosial tertentu. Sehingga melalui kelima tahapan proses *design thinking* yaitu *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*, strategi *design thinking* membantu seorang guru dalam membantu peserta didik melatih keterampilan seperti kerja sama, berpikir kritis, kreativitas, dan komunikasi.

2.1.7 *Global Warming*

Karakteristik dari kurikulum merdeka ada pada pembelajarannya yang berorientasi pada masalah dan proyek (Ramadhan & Warneri, 2023). Masalah yang menjadi pembahasan dalam kurikulum merdeka adalah konservasi energi dan *global warming* (pemanasan global), hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap isu-isu lingkungan disekitarnya (Puspaningsih dkk, 2021). *Global warming* merupakan fenomena dimana naiknya suhu lingkungan disebabkan oleh penumpukan gas CO₂ di atmosfer Bumi. Hal ini mengakibatkan terjadinya perubahan lingkungan.

Berdasarkan analisis data yang dihimpun oleh para ilmuwan di Institut Goddard NASA untuk Studi Luar Angkasa (GISS), Bumi telah mengalami peningkatan suhu global rata-rata lebih dari 1 °C sejak 1880. Badan Meteorologi Dunia (WMO) memprediksi kenaikan suhu udara hingga 1,5 °C pada 2024. Salah satu bukti bahwa telah terjadi pemanasan global yaitu peningkatan suhu permukaan air laut. Berdasarkan data yang dirilis badan Pengamat kondisi samudera dan atmosfer Amerika NOAA, suhu samudra secara global mengalami peningkatan sebesar 0,02 °C pada Agustus 2019. Permukaan laut mencapai suhu tertingginya sepanjang sejarah pada 2019. Suhu air laut meningkat dua sampai tiga derajat Celcius dibandingkan dengan tiga sampai lima juta tahun sebelumnya. Fakta lain sebagai bukti terjadinya pemanasan global yaitu hilangnya salju abadi di pegunungan puncak jaya, mencairnya es di kutub, kenaikan permukaan air laut, dan cuaca ekstrem. Hilangnya salju abadi di Pegunungan Jaya

Wijaya adalah hasil dari berbagai proses fisika yang kompleks yang dipengaruhi oleh perubahan iklim global.

Berikut penjelasan yang lebih mendalam tentang proses-proses tersebut:

- **Pemanasan Global:** Peningkatan suhu rata-rata global akibat peningkatan emisi gas rumah kaca menjadi faktor utama dalam perubahan iklim. Suhu rata-rata dunia yang meningkat menyebabkan peningkatan suhu di Pegunungan Jaya Wijaya.
- **Radiasi Matahari:** Pegunungan Jaya Wijaya menerima radiasi matahari selama sebagian besar tahun. Sebagian besar sinar matahari yang mencapai salju dan es di pegunungan ini biasanya dipantulkan kembali ke atmosfer karena tingginya albedo permukaan es (kemampuan permukaan untuk memantulkan cahaya matahari). Namun, dengan peningkatan suhu global, es dan salju menjadi lebih rentan terhadap pencairan.
- **Sifat Termal Es:** Es memiliki sifat termal yang unik. Untuk mencairkan es, energi panas (panas laten) perlu diserap untuk mengubah es menjadi air pada suhu yang sama. Jumlah energi yang diperlukan untuk mengubah 1 gram es pada suhu 0°C menjadi 1 gram air pada suhu yang sama sekitar 334,55 joule per gram atau 334,55 kJ per kilogram. Jika ingin mencairkan 1 kilogram es pada suhu 0°C, maka jumlah kalor yang dibutuhkan adalah:

$$Q = m \times L$$

Dimana: Q = Jumlah kalor (dalam joule); m = Massa es (dalam kilogram); L = Panas laten peleburan es (sekitar 334,55 J/g)

$$Q = 1 \text{ kg} \times 334,55 \text{ kJ/kg} = 334,55 \text{ kJ}$$

Untuk mencairkan es di kutub, perlu dipertimbangkan banyak faktor, termasuk kondisi lingkungan, radiasi matahari, waktu, dan konduktivitas termal. Selain itu, pencairan es di kutub adalah proses yang kompleks dan berlangsung dalam waktu yang lama, bukan hanya peristiwa instan.

- **Panas Udara:** Peningkatan suhu udara di Pegunungan Jaya Wijaya

menyebabkan es dan salju mencair. Panas yang diserap oleh es untuk mencairkan dirinya sendiri, dan oleh salju, adalah hasil dari perubahan energi dalam fase es menjadi fase air (panas laten).

- Perubahan Albedo: Ketika es mencair, permukaan yang lebih gelap seperti batuan dan tanah terbuka menggantikannya. Permukaan ini memiliki albedo yang lebih rendah daripada es, yang berarti mereka menyerap lebih banyak panas matahari daripada memantulkannya. Hal ini menciptakan umpan balik positif yang mempercepat peningkatan suhu di wilayah tersebut.
- Pengaruh Ozon: Di beberapa wilayah kutub, seperti Antarktika, perubahan iklim telah mempengaruhi distribusi ozon di atmosfer, yang juga mempengaruhi suhu dan kecepatan perubahan cuaca.

Proses fisika yang kompleks ini bekerja bersama untuk menyebabkan penurunan salju abadi di Pegunungan Jaya Wijaya, yang selanjutnya mempengaruhi ekosistem pegunungan dan dapat memiliki dampak pada ketersediaan air di wilayah tersebut. Penurunan salju abadi di daerah kutub merupakan bukti kuat dari perubahan iklim global yang sedang berlangsung.

Solusi mengatasi *global warming* adalah penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan. Pemerintah Indonesia sedang berupaya untuk membangun pembangkit listrik sumber energi alternatif, dan membangun fasilitas transportasi umum yang lebih memadai dan ramah lingkungan. Namun, dalam proses persiapannya, bahan bakar fosil masih menjadi sumber energi utama yang digunakan pada saat ini. Di tengah penggunaan bahan bakar fosil (penghasil CO₂ terbesar) sebagai sumber energi utama, hampir seluruh aktivitas manusia sangat membutuhkan energi listrik saat ini (Puspaningsih dkk., 2021).

Oleh karena itu, melakukan penghematan energi menjadi sangat penting untuk dilakukan. Mulai dengan melakukan banyak hal sederhana, seperti meminimalisir penggunaan lampu pada siang hari, mematikan peralatan

elektronik jika sudah tidak digunakan, mematikan lampu dan AC jika meninggalkan ruangan, mematikan lampu kamar atau menggunakan lampu tidur dengan daya rendah pada malam hari, dan lain-lain.

Upaya lain yang dapat dilakukan adalah pengembangan teknologi yang ramah lingkungan dan menggunakan sumber energi terbarukan. Dalam hal ini tentu perlu adanya kreativitas yang dikembangkan guna menerapkan gaya hidup berkelanjutan. Salah satu contoh penerapan gaya hidup berkelanjutan yaitu upaya pengurangan penggunaan listrik. Pada topik ini, secara berkelompok peserta didik akan diberikan proyek untuk membuat *powerbank* bertenaga surya dengan tujuan mengurangi penggunaan listrik. Hal ini mampu melatih kemampuan berpikir kreatif peserta didik, karena peserta didik dituntut untuk menganalisis masalah dan mencari informasi terkait solusinya, serta merancang hingga menguji produk yang dibuatnya.

2.2 Penelitian yang Relevan

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan referensi dari beberapa penelitian terdahulu, yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian yang relevan

No (1)	Nama Peneliti, Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	Abdurrahman., Nurulsari, N., Maulina. H., Ariyani, F., (2019)	<i>Design and Validation of Inquiry-based STEM Learning Strategy as a Powerful Alternative Solution to Facilitate Gift Students Facing 21st Century Challenging</i>	Desain strategi pembelajaran STEM yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa khususnya keterampilan berpikir tingkat tinggi
2.	Herlita, F., Yamtinah, S., Wati, I.K., (2023)	<i>The Effectiveness of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking</i>	Model PjBL-STEM dapat meningkatkan rata- rata skor kemampuan berpikir kritis siswa

(1)	(2)	(3)	(4)
		<i>Ability in Science Learning</i>	dalam pembelajaran IPA termasuk masing-masing indikator, interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, penjelasan, dan pengaturan diri.
3.	Kim, J. S., Choi, S. Y., & Lee, H. J., (2022)	<i>Integrating Design Thinking with STEM Project-Based Learning to Enhance Students' Innovation Skills</i>	Integrasi <i>design thinking</i> ke dalam PjBL-STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan inovasi siswa, terutama dalam hal pemecahan masalah kreatif dan kemampuan prototyping. Siswa juga menunjukkan peningkatan dalam pemahaman interdisipliner dan kemampuan kolaborasi..

2.3 Kerangka Pemikiran

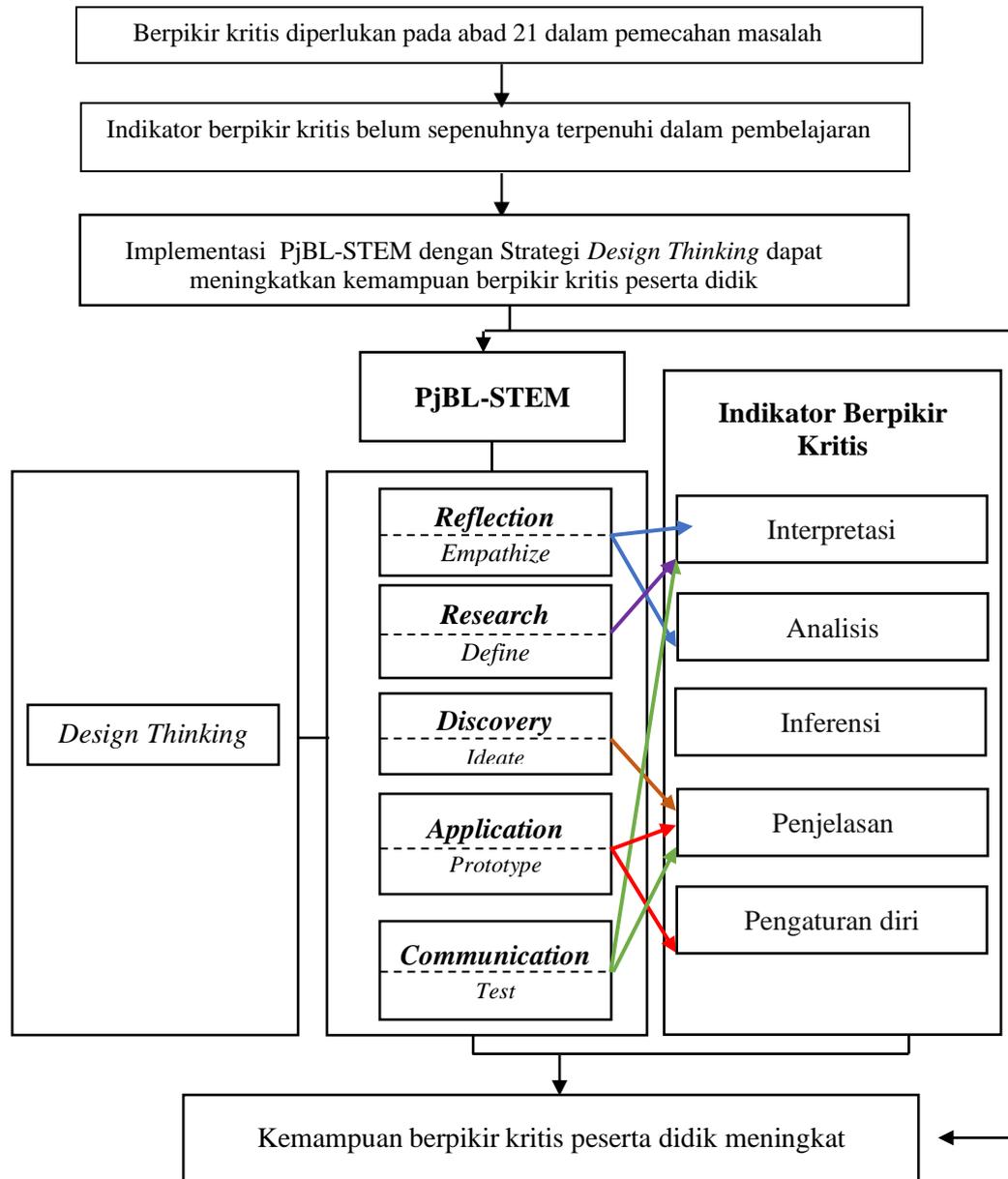
Keterampilan abad 21 salah satunya yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kegiatan pembelajaran yang menerapkan keterampilan berpikir kreatif dapat menghasilkan sesuatu yang baru baik berupa gagasan maupun karya nyata hal ini pula dapat menerapkan keterampilan abad 21 yaitu pembelajaran dan inovasi. Keterampilan berpikir kritis memainkan peran penting dalam pembelajaran semua peserta didik dan merupakan bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi yang perlu dikembangkan.

Berpikir kritis adalah suatu bentuk penilaian yang dihasilkan oleh seorang pemikir setelah menganalisis secara cermat pendapat, perspektif, atau hasil eksperimen yang ada terhadap suatu masalah atau situasi tertentu (Baldwin, 2020). Indikator berpikir kritis menurut Facione (2015) terdiri atas enam indikator yaitu; (1) interpretasi; (2) analisis; (3) inferensi; (4) evaluasi; (5) penjelasan; (6) pengaturan diri.

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu aspek penting dalam pembelajaran sains, namun seringkali tidak dilatih secara maksimal dalam proses pembelajaran. Hal ini dibuktikan dengan kesulitan peserta didik dalam menganalisis masalah, menarik kesimpulan, dan menerapkan konsep pembelajaran pada situasi konkrit baru yang berkaitan dengan materi ilmiah. Banyak peserta didik yang masih kesulitan untuk aktif bertanya, mengemukakan pendapat, dan menjawab pertanyaan guru saat belajar.

Solusi alternatif yang dapat digunakan adalah menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*. Dimana, model PjBL ini fokus utamanya adalah menciptakan karya bermakna melalui kegiatan mendorong peserta didik lebih aktif dan kritis dalam mempelajari ilmu sains. Sedangkan untuk pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) memfasilitasi metode pemecahan masalah dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik dan matematika menjadi satu. Selain itu, strategi *design thinking* juga dinilai dapat mengembangkan kemampuan abad 21, karena di dalamnya melatih peserta didik untuk menghasilkan ide, menilai, dan memilih tindakan sehingga membantu peserta didik memperoleh keterampilan seperti berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kerja sama.

Implementasinya, peserta didik akan membuat produk akhir yaitu *mini powerbank* bertenaga surya dari hasil pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*. Beberapa disiplin ilmu tersebut mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*) peserta didik yang dilatihkan melalui fenomena-fenomena serta membuat rancangan dan produk dengan memahami masalah dalam fenomena yang telah disajikan. Bagan kerangka pemikiran dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

2.4 Perumusan Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu:

H₀ : Tidak terdapat pengaruh penerapan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* pada topik *global warming*.

H₁ : Terdapat pengaruh penerapan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* pada topik *global warming*.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap Tahun Ajaran 2023/2024 di SMAN 2 Pringsewu yang beralamat Jl. Raya Podosari, Rejosari, Kec. Pringsewu, Kab. Pringsewu, Lampung.

3.2 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMA N 2 Pringsewu semester genap pada tahun ajaran 2023/2024.

3.3 Sampel Penelitian

Pengambilan sampel dari populasi dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, karena sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini harus memperhatikan beberapa hal. *Purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan menyesuaikan kebutuhan dari peneliti. Sampel yang digunakan adalah peserta didik kelas X-4 yang berjumlah 30 peserta didik sebagai kelas eksperimen, dan X-5 yang berjumlah 30 peserta didik sebagai kelas kontrol.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperiment* dengan desain penelitian *non-equivalent control group design*, dimana desainnya memiliki

kelompok kontrol tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi eksperimen, artinya satu kelompok eksperimen diberikan perlakuan tertentu dan satu kelompok lain dijadikan kelompok kontrol. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain Eksperimen *Pretest Posttest Control Group Design*

O₁	X₁	O₂
	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Reflection</i>: menyajikan fenomena terkait global warming kepada peserta didik, kemudian peserta didik menyelidiki dan menemukan letak permasalahan (S, T_{ch}, E_m) 2. <i>Research</i>: membimbing peserta didik mencari informasi, dan membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok dan membagikan LKPD untuk dikerjakan bersama kelompok masing-masing (S, T_{ch}, D) 3. <i>Discovery</i>: membimbing peserta didik mempelajari pembuatan produk sesuai dengan langkah kerja yang telah disiapkan (S, T_{ch}, E_n, I) 4. <i>Application</i>: membuat dan menguji produk (T_{ch}, E_n, M, P) 5. <i>Communication</i>: mengomunikasikan dan mengevaluasi hasil produk (T) 	
O₁	X₂	O₂
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Orientasi: menyiapkan pembelajaran dan mempersiapkan peserta didik untuk belajar 2) Demonstrasi: memberikan materi pembelajaran <i>global warming</i> kepada peserta didik dan memberikan tugas untuk mengecek pemahaman peserta didik 3) Latihan terbimbing: memberikan bimbingan kepada kelompok dalam pemecahan masalah <i>global warming</i> 4) Mengecek pemahaman peserta didik dari hasil kegiatan serta menyusun laporannya, kemudian mempresentasikannya dan memberikan umpan balik melalui pujian dan petunjuk 5) Latihan mandiri: peserta didik berlatih mandiri untuk memperkuat materi pembelajaran <i>global warming</i> 	

Keterangan:

X₁ : perlakuan pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*

X₂ : perlakuan pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional

O₁ : *pretest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

O₂ : *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

3.5 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari tiga, yaitu variabel bebas dan variabel terikat yang bergantung pada variabel bebas, dan variabel moderator. Dengan judul Implementasi PjBL Berbasis *STEM* dengan Strategi *Design Thinking* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Materi *Global Warming*, maka terdapat tiga variabel berbeda. *Project Based Learning* terintegrasi *STEM* (PjBL-STEM) sebagai variabel bebas, kemampuan berpikir kritis adalah variabel terikat, dan strategi *design thinking* sebagai variabel moderator.

3.6 Prosedur Pelaksanaan

Penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu, tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir.

a. Tahap Persiapan

1. Melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui keadaan sekolah, jumlah kelas, siswa yang akan diperiksa, dan pengajaran tenaga pendidik, serta berkonsultasi dengan guru terutama guru bidang studi fisika SMA N 2 Pringsewu untuk mendapatkan izin melakukan penelitian.
2. Pembuatan perangkat pembelajaran berupa modul ajar.

3. Melakukan *pre-test* untuk mengetahui kondisi peserta didik sebelum menerapkan pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*

b. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap ini pembelajaran dimulai sesuai dengan prosedur yang direncanakan di kelas. Pembelajaran dilakukan oleh peneliti sendiri dengan menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM dengan strategi *design thinking*.

Tabel 6. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Tahap pelaksanaan pertama peneliti akan memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kritis awal peserta didik.	Tahap pelaksanaan pertama peneliti akan memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kritis awal peserta didik.
Peneliti memberikan perlakuan menggunakan PjBL-STEM dengan strategi <i>design thinking</i> .	Pembelajaran yang biasa diterapkan dikelas, yaitu menggunakan model pembelajaran konvensional
Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.	Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik.

c. Tahap Akhir

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

1. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik.
2. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data, dan selanjutnya menyusun laporan penelitian.

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen pengukuran kemampuan berpikir kritis peserta didik yang berupa lembar soal tes. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* untuk menilai kemampuan berpikir kritis peserta didik pada topik *global warming*, sebelum dan setelah pembelajaran. Instrumen ini diberikan kepada peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.8 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen dipakai dalam sampel, instrumen harus diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 29.0*.

3.8.1 Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui ke-akuratan suatu alat ukur untuk dapat mengukur apa yang ingin diukur, sehingga dapat memperoleh suatu data yang valid. Valid dimaksudkan bahwa data atau instrumen dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji validitas penelitian ini menggunakan SPSS versi 29 dengan korelasi *product moment* metode *pearson correlation*.

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

Keterangan:

r	: Koefisien korelasi pearson
N	: Jumlah siswa yang di tes
$\sum XY$: Jumlah (skor butir nomor x skor total)
$\sum X$: Jumlah skor butir nomor
$\sum Y$: Jumlah skor total
$\sum X^2$: Jumlah kuadrat skor butir
$\sum Y^2$: Jumlah kuadrat skor total

Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid, sebaliknya jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid.

Nilai koefisien validitas berkisar antara +1,00 sampai -1,00 (Yusup, 2018). Berikut adalah koefisien korelasi:

Koefisien korelasi antara 0,80 sampai dengan 1,00 = Sangat tinggi

Koefisien korelasi antara 0,60 sampai dengan 0,79 = Tinggi

Koefisien korelasi antara 0,40 sampai dengan 0,59 = Cukup

Koefisien korelasi antara 0,20 sampai dengan 0,39 = Rendah

Koefisien korelasi antara 0,00 sampai dengan 0,19 = Sangat Rendah

Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes pada materi *global warming* yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas

No. Soal	Pearson Correlation	Keterangan
1	0.579	Valid
2	0.409	Valid
3	0.448	Valid
4	0.405	Valid
5	0.440	Valid
6	0.554	Valid
7	0.461	Valid
8	0.432	Valid
9	0.545	Valid
10	0.637	Valid

Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan nilai *pearson correlation* yang dibandingkan dengan *r* tabel, yaitu 0,361. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen kemampuan berpikir kreatif topik *global warming* diketahui bahwa 10 butir soal dinyatakan valid dengan nilai *pearson correlation* > 0,361.

3.8.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui apakah data yang dihasilkan bersifat reliabel atau tidak. Uji reliabilitas dilakukan dengan membandingkan nilai *cronbach's alpha* dengan tingkat atau taraf signifikan yang digunakan. Kriteria pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Jika nilai *cronbach's alpha* > tingkat signifikan, maka instrumen dikatakan reliabel.
- b. Jika nilai *cronbach's alpha* < tingkat signifikan, maka instrumen dikatakan tidak reliabel.

Tabel 8. Kriteria nilai *cronbach's alpha*

Nilai	Kriteria
0,80 – 1,00	Bagus sekali
0,70 – 0,79	Bagus
0,60 – 0,69	Cukup
0,50 – 0,59	Buruk
<0,50	Buruk sekali

Sumber: Sumintono dan Widhiarso, 2015.

Reliabilitas instrumen soal pada penelitian ini diolah menggunakan rumus *Cronbach's alpha*. Soal dapat dikatakan reliabel jika nilai koefisien alpha lebih besar dari 0,6 dengan kriteria cukup. Jika nilai *cronbach's alpha* kurang dari 0.6, maka instrumen penelitian tidak reliabel.

Tabel 9. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

<i>Reliability Statistic</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.634	10

Berdasarkan hasil uji reliabilitas pada perhitungan menunjukkan bahwa instrumen soal kemampuan berpikir kreatif pada topik *global warming* diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,634. Berdasarkan kriteria indeks korelasi Cronbach's Alpha menurut Sumintono dan Widhiarso, 2015 pada Tabel 8, instrumen tes kemampuan berpikir kritis pada topik *global warming* ini berada pada kriteria reliabel.

3.9 Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah pengumpulan data hasil belajar peserta didik yang dilakukan dengan teknik tes. Tes yang diberikan berupa soal tertulis, terdapat *pretest* dan *posttest* yang akan di berikan kepada seluruh peserta didik baik pada kelas eksperimen ataupun kelas kontrol. *Pretest* diberikan sebelum pembelajaran dimulai, sedangkan *posttest* diberikan setelah pembelajaran dilaksanakan. Kemudian akan diperoleh nilai rata rata *N-gain* dari hasil *pretest* dan *posttest*. Tes yang diberikan bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen menggunakan PjBL-STEM dengan strategi *desing thinking* dan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional. Penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut.

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

3.10 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif inferensial yang merupakan teknik analisis data kuantitatif yang digunakan menganalisis data

sampel untuk diambil kesimpulan melalui rumus statistik yang lebih mendalam. Data yang telah dikumpulkan dianalisis dengan berbantu *software IBM SPSS Statistics 29.0*.

3.10.1 Menghitung *N-Gain*

Dilakukan uji *Normalized Gain* atau *N-Gain* bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan suatu metode atau perlakuan tertentu dalam penelitian. Uji *N-Gain* dilakukan dengan cara menghitung selisih antara skor sebelum dan sesudah perlakuan. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir sistem, kemudian data dianalisis dengan uji *N-gain* untuk mengetahui perbedaan *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kontrol. Untuk mengetahui hal tersebut menggunakan rumus berikut ini.

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

Hasil perhitungan *N-gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi *Gain* Meltzer (2002) pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Klasifikasi Rata-rata *N-Gain*

Rata-rata <i>N-Gain</i>	Klasifikasi
$(g) \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq (g) < 0,70$	Sedang
$(g) < 0,30$	Rendah

Sumber: Meltzer, 2002.

3.10.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian berdistribusi secara normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *Kolmogorov Smirnov* berbantu *software IBM SPSS Statistics 29.0*, Dengan pengambilan keputusan sebagai berikut.

- a. Signifikansi kurang atau sama dengan 0.05 ($\alpha \leq 0,05$) berarti H_1 diterima H_0 ditolak maka data tidak terdistribusi normal.
- b. Signifikansi lebih dari 0.05 ($\alpha > 0,05$) H_0 diterima H_1 ditolak maka data terdistribusi normal.

3.10.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui homogenitas dari sampel yang diberikan pada penelitian. Uji ini akan dilakukan dengan *software IBM SPSS 29.0*. data yang homogen selanjutnya dapat dilakukan uji hipotesis statistik parametrik, sedangkan data yang tidak homogen akan dilakukan uji non parametrik.

Interpretasi uji homogenitas dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Interpretasi uji Homogenitas

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

3.11 Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk melihat perbedaan rata-rata dua kelompok. Uji ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3.11.1 Uji *Independent Sampel T-Test*

Hipotesis diuji dengan *Independent Sampel T-test* menggunakan SPSS 29.0. Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut.

H₀ : Tidak terdapat pengaruh penerapan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* pada topik *global warming*.

H₁ : Terdapat pengaruh penerapan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* pada topik *global warming*.

Pedoman Pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi:

- a. Apabila nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H₀ ditolak dan H₁ diterima.
- b. Apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka H₀ diterima dan H₁ ditolak

3.11.2 Uji *Analysis of Covariance (ANCOVA)*

Uji ANCOVA Menurut Mackey and Gass (2016) merupakan analisis statistika dalam menguji hipotesis untuk meningkatkan ketelitian terhadap variabel lain. Tujuan ANCOVA adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat dengan mengontrol variabel lainnya. Variabel diantaranya, yaitu:

Variabel bebas : PjBL-STEM

Variabel moderator : Strategi *Design Thinking*

Variabel terikat : Kemampuan Berpikir Kritis

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan interpretasi dan pembahasan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada topik *global warming*. Diketahui nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen yaitu 0.6130 sedangkan kelas kontrol dengan nilai rata-rata *N-gain* 0.5051, sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Sehingga disimpulkan juga bahwa PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* mampu menstimulus kemampuan berpikir kritis peserta didik.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan penelitian, peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Guru dapat menggunakan model PjBL-STEM dengan strategi *design thinking* sebagai salah satu model pembelajaran pada mata pelajaran Fisika untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
2. Peneliti selanjutnya sebaiknya memperjelas terlebih dahulu konsep berpikir kritis yang tertanam dalam proses pembelajaran, sehingga pemikiran kritis dapat lebih baik dimasukkan ke dalam proses pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Ariyani, F., Achmad, A., & Nurulsari, N. 2019. Designing an Inquiry-based STEM Learning strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st -century Skills: A Preliminary Research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155, 012087. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012087>
- Ağaoğlu, O., & Demir, M. 2020. The integration of 21 st century skills into education: an evaluation based on an activity example. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 7(3), 105–114.
- Amineh, R. J., & Asl, H. D. 2015. Review of Constructivism and Social Constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature, and Languages*, 1(1), 9-16.
- Anjelita, K., & Supriyanto, A. 2024. Teori Belajar Konstruktivistik dan Implikasinya di Sekolah Dasar. *Jurnal Citra Pendidikan Anak*, 3(1), 916-922.
- Baldwin, A. 2020. *College Success*. Texas: Openstax. 415 p.
- Capraro, R. Michael., Capraro, M. Margaret., & Morgan, J. R. 2013. *STEM project-based learning : an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. (2nd ed). Sense Publishers, Rotterdam, The Natherlands. 210 p.
- Chang, C.-C., & Yen, W.-H. 2021. The role of learning style in engineering design thinking via project-based STEM course. *Asia Pacific Journal of Education*, 43(3), 1–19.
- Changwong, K., Sukkamart, A., & Sisan, B. 2018. Critical thinking skill development: Analysis of a new learning management model for Thai high schools. *Journal of International Studies*, 11(2), 37-48.
- Chiu, T. K. F., Chai, C. S., Williams, P. J., Lin, T.-J., & Williams, J. 2021. Teacher Professional Development on Self-Determination Theory-Based Design Thinking in STEM Education. *Educational Technology & Society*, 24(4), 153-165.

- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. 2017. *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning: From Theory to Practice*. Singapura: Springer. 204 p.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, Keith. 2007. *Research Methods in Education Sixth edition*. London and New York: Routledge Falmer. 55 p.
- Coronado, J. M., Moyano, A., Romero, V., Ruiz, R., & Rodríguez, J. 2021. Student Long-Term Perception of Project-Based Learning in Civil Engineering Education: An 18-Year Ex-Post Assessment. *Sustainability*, 13(4), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su13041949>
- Davies, M., & Barnett, R. 2021. *The Palgrave handbook of critical thinking in higher education*. Palgrave Macmillan. 628 p.
- Diana, N., Yohannes, Y., & Sukma, Y. 2021. The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882, 012146. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146>
- Dit. PSMA Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah. 2017. *Panduan Implementasi Kecakapan Abad 21 Kurikulum 2013*. 45 hlm.
- Downes, S. 2012. *Connectivism and Connective Knowledge Essays on meaning and learning networks*. National Research Council Canada. 616 p.
- Dunaway, M. K. 2011. Connectivism: Learning theory and pedagogical practice for networked information landscapes. In *Reference Services Review*, 39(4), 675–685.
- Facione, P. A. 2020. *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment. 38 p. ISBN 13: 978-1-891557-07-1. <https://insightassessment.com/wp-content/uploads/2020/09/What-Why-2020>
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. 2022. Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1-31.
- Hasibuan, M. P., Sari, R. P., Syahputra, R. A., & Nahadi, N. 2022. Application of Integrated Project-based and STEM-based E-learning Tools to Improve Students' Creative Thinking and Self-Regulation Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 51–56. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1050>
- Helmiati. 2012. *Model Pembelajaran*. Aswaja Pressindo: Yogyakarta. 108 hlm.
- Hidayatullah, Z., Wilujeng, I., Nurhasanah, N., Gusemanto, T. G., & Makhrus, Muh. 2021. Synthesis of the 21st Century Skills (4C) Based Physics Education Research In Indonesia. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6 (1), 1-10. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1889>

- Iskandar, Sastradika, D., Jumadi, Pujiyanto, & Defrianti, D. 2020. Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042043>
- Isrok'atun, & Rosmala, A. 2018. *Model – Model Pembelajaran Matematika*. PT Bumi Aksara: Jakarta. 188 hlm.
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. 2017. Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2, 432–436. 978-602-9286-22-9
- Laboy-Rush, D. 2010. Integrated STEM Education through Project-Based Learning. *Journal Learning. Com*, 12(1), 1-12.
- Lestari, D. P., Fatchan, A., & Ruja, I. N. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Outdoor Study Terhadap Hasil Belajar Geografi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan*, 1(3), 475-479.
- Lin, P. Y., Hong, H. Y., & Chai, C. S. 2020. Fostering college students design thinking in a knowledge-building environment. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 949–974.
- Lou, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., & Tseng, K. H. 2011. The Senior High School Students' Learning Behavioral Model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 161–183.
- Mackey, A., & Gass, S. M. 2016. *Second Language Research: Methodology and Design* (2nd ed.). New York: Routledge. 452 p.
- Mau'izhah, F. R., Rahman, T., & Mulyana, E. H. 2021. Dasar Pengembangan Media Sailboats a Track Model Pembelajaran STEM untuk Kelompok B Sub Tema Benda-Benda Alam. *Jurnal PAUD Agapedia*, 5(1), 90–99.
- Meltzer, D. E. 2002. The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A possible “hidden variable” in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259-1268.
- Nandar, W. 2018. Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dengan Penggunaan Strategi Inkuiri. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 9(2). 129-144.
- Nurmi, Yunita, A., Yusri, R., & Delyana, H. 2020. Efektivitas Penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa Berbasis Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi ICT. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 1018-1025. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3190>
- Octaviyani, I., Kusumah, Y. S., & Hasanah, A. 2020. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Melalui Model Project Based Learning. *Journal on Mathematics Education Research*, 1(1), 10–14.

- Permana, Niki Dian. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Berbantuan Website Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Kinematika Gerak Lurus. *Journal of Natural Science and Integration*, 1(1): 11–41.
- Piaget, J. 1971. *Science Education And The Psychology The Child*. New York: Viking Press. 186 p.
- Plattner, H. 2010. *An Introduction to Design Thinking Process Guide*. Institute of Design at Stanford. 19 p.
- Purwaningsih, E., Sari, A. M., Yulianti, L., Masjkur, K., Kurniawan, B. R., & Zahiri, M. A. 2020. Improving the problem-solving skills through the development of teaching materials with STEM-PjBL (science, technology, engineering, and mathematics-project based learning) model integrated with TPACK (technological pedagogical content knowledge). *Journal of Physics: Conference Series*, 1481, 012133. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012133>
- Puspaningsih A. R., Tjahjadarmawan E., & Krisdianti N. R. 2021. *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas X*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan. Jakarta. 262 hlm.
- Putra, A. P., & Basuki, I. 2018. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model PjBL Berbantuan Software Ekts pada Mapel IML di SMKN 1 Kediri. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 7(4), 11–17.
- Ramadhan, I., & Warneri, W. 2023. Migrasi Kurikulum: Kurikulum 2013 Menuju Kurikulum Merdeka pada SMA Swasta Kapuas Pontianak. Edukatif: *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 751-758.
- Rusman. 2017. *Belajar dan Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Kencana: Jakarta. 538 hlm.
- Sandall, B. K., Darrel L., Abram L., & Walton J. 2018. Educators' Perceptions of Integrated STEM: A Phenomenological Study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(1), 27–42.
- Sani, R. Abdullah. 2014. *Pembelajaran Sainifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Bumi Aksara: Jakarta. 306 hlm.
- Santos, L. F. 2017. The Role of Critical Thinking in Science Education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159–173. <https://doi.org/10.7176/JEP>
- Sari, D M. Ikhsan, M. Abidin, Z. 2018. The development of learning instruments using the creative problem-solving learning model to improve students'creative thinking skills in mathematics. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1088, 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012018>

- Siemens, G. 2005. Connectivism A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. Journal Int*, 2(1), 1-9.
- Singh, S., & Yaduvanshi, S. (2015). Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1–5.
- Sitairesmi, K. S., Saputro, S., & Utomo, S. B. 2017. Penerapan Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Sistem Periodik Unsur (SPU) Kelas X MIA 1 SMA Negeri 1 Teras Boyolali. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(1), 54–61.
- Siswanto, J. 2018. Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 133–137.
- Sukmana, R. W. 2017. Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) sebagai Alternatif dalam Mengembangkan Minat Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2(2), 191–199.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. 2015. *Aplikasi Pemodelan Rasch Pada Assessment Pendidikan*. Trim Komunikata Publishing House: Cimahi. 125 hlm.
- Wrigley, C., & Straker, K. 2017. Design Thinking pedagogy: the Educational Design Ladder. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), 374–385.