

**PENGEMBANGAN LKPD IPA MATERI PERUBAHAN BENTUK
ENERGI DENGAN PENDEKATAN STEAM BERBANTUAN
AI GEMINI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KREATIF PADA PESERTA DIDIK**

Tesis

Oleh

**ELIZA CHARLINA
2523053036**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEGURUAN GURU SEKOLAH DASAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD IPA MATERI PERUBAHAN BENTUK ENERGI DENGAN PENDEKATAN STEAM BERBANTUAN AI GEMINI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PADA PESERTA DIDIK

Oleh

ELIZA CHARLINA

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan berpikir kreatif peserta didik kelas IV di SD Negeri 1 Kebon Jeruk pada muatan IPA. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan ajar yang masih bersifat konvensional dan belum mengintegrasikan kegiatan eksploratif yang menstimulasi kreativitas. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau *Design and Development Research* (DDR) dengan tahapan *analysis*, *design & development*, dan *evaluation*. Populasi penelitian melibatkan 53 peserta didik kelas IV, dengan kelas IVa sebagai kelas eksperimen dan kelas IVb sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data meliputi tes (*pretest* dan *posttest*) serta nontes (angket validasi, praktikalitas, observasi, dan wawancara). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) LKPD yang dikembangkan dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata dari para ahli sebesar 94,2 %; (2) LKPD dinyatakan sangat praktis digunakan dengan tingkat kepraktisan gabungan dari guru dan siswa sebesar 89,5%; (3) LKPD terbukti efektif secara signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Hal ini dibuktikan melalui uji ANCOVA dengan nilai signifikansi 0,000 ($< 0,05$) dan perolehan *Effect Size* sebesar 1,168 yang termasuk dalam kategori sangat kuat. Dengan demikian, sinergi antara pendekatan STEAM dan bantuan teknologi AI Gemini mampu menstimulasi kemampuan berpikir divergen siswa jauh lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Kata Kunci: LKPD, IPA, STEAM, AI Gemini, Berpikir Kreatif.

ABSTRACT

DEVELOPING A SCIENCE WORKSHEETS ON THE MATERIAL OF CHANGING ENERGY FORMS WITH THE STEAM APPROACH ASSISTED BY GEMINI AI TO IMPROVE STUDENTS' CREATIVE THINKING ABILITIES

By

ELIZA CHARLINA

This research was motivated by the low creative thinking ability of fourth-grade students at SD Negeri 1 Kebon Jeruk in Science. This is due to the use of teaching materials that are still conventional and have not integrated explorative activities that stimulate creativity. This study aims to produce a Student Worksheet (LKPD) based on a STEAM approach assisted by Gemini AI that is valid, practical, and effective in increasing students' creative thinking abilities. The research method used is Design and Development Research (DDR) with stages of analysis, design & development, and evaluation. The research population involved 53 fourth-grade students, with class IVa as the experimental class and class IVb as the control class. Data collection techniques included tests (pretest and posttest) and non-tests (validation questionnaires, practicality, observation, and interviews). The results of the study show that: (1) the developed LKPD was declared very valid with an average score from experts of 94,2 %; (2) the LKPD was declared very practical to use with a combined practicality level from teachers and students of 89.5%; (3) the LKPD proved to be significantly effective in improving students' creative thinking skills. This is evidenced through the ANCOVA test with a significance value of 0.000 (< 0.05) and an Effect Size of 1.168, which is in the very strong category. Thus, the synergy between the STEAM approach and Gemini AI technology assistance is able to stimulate students' divergent thinking skills much better than conventional learning.

Keywords: LKPD, Science, STEAM, Gemini AI, Creative Thinking.

**PENGEMBANGAN LKPD IPA MATERI PERUBAHAN BENTUK
ENERGI DENGAN PENDEKATAN STEAM BERBANTUAN
AI GEMINI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KREATIF PADA PESERTA DIDIK**

**Oleh
ELIZA CHARLINA**

Tesis

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

Pada

**Program Pascasarjana Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEGURUAN GURU SEKOLAH DASAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

Judul Tesis

**: PENGEMBANGAN LKPD IPA MATERI
PERUBAHAN BENTUK ENERGI DENGAN
PENDEKATAN STEAM BERBANTUAN AI
GEMINI UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PADA
PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa

: Eliza Charlina

No. Pokok Mahasiswa

: 2523053036

Program Studi

: Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar

Jurusan

: Ilmu Pendidikan

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

NIP 19681210 199303 1 002

Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.

NIP 19670722 199203 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan

**Ketua Program Studi
Magister Keguruan Guru SD**

Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.

NIP 19741220 200912 1 002

Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.

NIP 19670722 199203 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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

Sekretaris

: **Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.**

Penguji/ Anggota

: **I. Dr. Ryzal Perdana, M.Pd.**

II. Dr. Apri Wahyudi, M.Pd.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001

3. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: **4 Juni 2026**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eliza Charlina
NPM : 2523053036
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Jurusan : Ilmu Pendidikan
Program Studi : Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang berjudul Pengembangan LKPD IPA Materi Perubahan Bentuk Energi dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Peserta Didik adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi atau menyalin karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa tesis ini merupakan hasil plagiasi atau terdapat bagian yang diambil dari karya orang lain tanpa menyebutkan sumbernya, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 4 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Eliza Charlina
NPM 2523053036

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Eliza Charlina lahir di Bandar Lampung pada 31 Mei 1988 yang merupakan anak pertama dari empat bersaudara pasangan dari Bapak Chairul Saleh dan Ibu Sukarti, S.Pd. Penulis memperoleh pendidikan formal pertama kali di SD Negeri 4 Sukarame yang diselesaikan pada tahun 2000. Kemudian penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 2003. Pendidikan dilanjutkan di SMA Negeri 5 Bandar Lampung sampai tahun 2006. Selanjutnya pada tahun 2006 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S-1 program studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia & Daerah di Universitas Lampung. Kemudian pada tahun 2018 penulis lulus sebagai mahasiswa S-1 PGSD di Universitas Terbuka. Pada tahun 2025, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar (S2) di Universitas Lampung.

MOTTO

Hasbunallah wa ni'mal wakil
Cukuplah Allah bagi kami, dan Dialah sebaik-baik Pelindung.

Jangan pernah menjual cerita sedihmu, percayalah mengeluh tidak akan membuat
orang lain peduli pada nasibmu.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

Dengan penuh rasa syukur terhadap nikmat yang Allah SWT berikan.

Shalawat serta salam selalu terucap kepada Rasulullah SAW.

Karya ini aku persembahkan untuk:

Mama dan Papaku tercinta

Bapak Chairul Saleh dan Ibu Sukarti, S.Pd. yang selalu sabar mendoakan di setiap langkahku dengan penuh pengorbanan yang tiada mungkin dapat terbalas dengan balasan sebesar apapun.

Adik-Adikku terbaik

Siska Diyantika Bunga Mayang, Chory Bunga Mayang, dan Megawati Bunga Mayang atas semua dukungannya.

Anak-Anakku tersayang

Gema Akbar Zaka Perdana dan Rafanda Yumna Alesha atas pengertian dan pengorbanan waktunya yang dapat menjadi penguat hati untuk tetap melangkah.

Almamater tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur selalu terucap kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul Pengembangan LKPD IPA Materi Perubahan Bentuk Energi dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Peserta Didik. Shalawat serta salam selalu terucap kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. Rektor Universitas Lampung yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk menempuh studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar.
2. Prof. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan studi.
3. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung yang telah memberikan petunjuk kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Si. Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Dr. Dwi Yulianti, M.Pd. Ketua Program Studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasehat kepada peneliti selama proses penyelesaian tesis ini.

7. Dr. Dwi Yulianti, M.Pd. Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasehat kepada peneliti selama proses penyelesaian tesis ini.
8. Dr. Ryzal Perdana, M.Pd. Dosen Penguji I yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan ilmu yang berharga kepada peneliti selama proses penyelesaian tesis ini.
9. Dr. Apri Wahyudi, M.Pd. Dosen Penguji II yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan ilmu yang berharga kepada peneliti selama proses penyelesaian tesis ini.
10. Bapak dan Ibu dosen serta staf Program Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar yang telah memberikan ilmu, motivasi dan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan tesis ini.
11. Teman-teman Angkatan 2025 RPL Program Studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar yang memberikan motivasi dan dukungan kepada peneliti.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan tesis ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga Allah SWT melindungi dan membalas kebaikan yang sudah diberikan kepada peneliti. Aamiin.

Bandar Lampung, 4 Juni 2026
Peneliti,

Eliza Charlina
NPM 2523053036

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	8
1.3. Batasan Masalah.....	8
1.4. Rumusan Masalah	9
1.5. Tujuan Penelitian.....	9
1.6. Manfaat Penelitian.....	10
1.7. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	11
II. KAJIAN PUSTAKA	12
2.1. Teori Belajar.....	12
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme	12
2.1.2 Teori Belajar Konektivisme	13
2.2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	14
2.2.1 Pengertian LKPD	14
2.2.2 Fungsi LKPD.....	15
2.2.3 Syarat-syarat LKPD	16
2.3. Hakikat Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)	18
2.3.1 Pengertian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).....	18
2.3.2 Karakteristik Pembelajaran IPA	19
2.3.3 Tujuan Pembelajaran IPA	20
2.4. Kemampuan Berpikir Kreatif	22
2.4.1 Pengertian Kemampuan Berpikir Kreatif.....	22
2.4.2 Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	23
2.4.3 Faktor yang Memengaruhi Berpikir Kreatif.....	24
2.5. Pendekatan STEAM	25
2.5.1 Pengertian Pendekatan STEAM.....	25
2.5.2 Prinsip Pendekatan STEAM.....	27
2.5.3 Implementasi STEAM dalam Pembelajaran IPA.....	28
2.6. Pemanfaatan AI dalam Pendidikan	29
2.6.1 Pengertian dan Konsep AI.....	29
2.6.2 Jenis-jenis AI yang Digunakan di Bidang Pendidikan.....	30

2.6.3 Pemanfaatan AI Gemini dalam Pembelajaran IPA Materi Energi...	31
2.7. AI Gemini.....	32
2.7.1 Pengertian AI Gemini.....	32
2.7.2 Fungsi AI Gemini.....	33
2.7.3 Keunggulan AI Gemini dalam Pembelajaran.....	34
2.8. Penelitian Relevan.....	35
2.9. Kerangka Pikir.....	38
III. METODE PENELITIAN	40
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.2. Populasi dan Sampel Penelitian	40
3.3. Variabel Penelitian	41
3.4. Desain Penelitian.....	41
3.5. Prosedur Penelitian Pengembangan	43
3.6. Definisi Konseptual dan Operasional Variabel.....	48
3.7. Teknik Pengumpulan Data	49
3.8. Kisi-kisi Instrumen Penelitian.....	51
3.9. Uji Prasyarat Instrumen.....	55
3.10. Teknik Analisis Data	59
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	69
4.1. Hasil Penelitian	69
4.1.1. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	69
4.1.2. Tahap Desain dan Pengembangan (<i>Design & Development</i>).....	72
4.1.3. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	81
4.2. Pembahasan	89
4.2.1. Validitas LKPD.....	89
4.2.2. Kepraktisan LKPD.....	91
4.2.3. Keefektifan LKPD	95
4.3. Keterbatasan Penelitian	99
V. SIMPULAN DAN SARAN	101
5.1. Simpulan.....	101
5.2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	11
2. Indikator LKPD	18
3. Rubrik Indikator Berpikir Kreatif	24
4. Penelitian Relevan	35
5. Distribusi Sampel Penelitian Kelas IV	41
6. Tahapan DDR	47
7. Kisi-kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	51
8. Kisi-kisi Instrumen Lembar Penilaian Ahli Materi	52
9. Kisi-kisi Instrumen Lembar Penilaian Ahli Media	53
10. Kisi-kisi Instrumen Lembar Penilaian Ahli Bahasa	53
11. Kisi-kisi Praktikalitas oleh Praktisi (Guru)	55
12. Kisi-kisi Praktikalitas oleh Siswa	55
13. Klasifikasi Validitas	56
14. Klasifikasi Reliabilitas	57
15. Klasifikasi Daya Beda	58
16. Klasifikasi Tingkat Kesukaran	59
17. Kisi-kisi Pratikalitas oleh Siswa	60
18. Klasifikasi Validitas Isi Instrumen	61
19. Kriteria Hasil Uji Praktikalitas	62
20. Kategori N-Gain Ternormalisasi	64
21. Interpretasi Hasil Analisis Effect Size	68
22. Hasil Uji Validitas Soal	74
23. Hasil Uji Reliabilitas Soal	75
24. Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	75
25. Hasil Uji Daya Pembeda Soal	76
26. Hasil Validasi Ahli	77
27. Revisi Produk	78
28. Hasil Uji Kepraktisan	80
29. Hasil Uji Deskriptif Data	81
30. Hasil Uji Normalitas	82
31. Hasil Uji Homogenitas	82
32. Hasil N-Gain	83
33. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	83
34. Hasil Uji Linearitas	84
35. Hasil Uji <i>Homogeneity Of Regression Slope</i>	85
36. Hasil Uji ANCOVA	87
37. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Kerangka Pikir.	39
2. <i>Embedded Experimental Design</i> (Creswell & Plano Clark, 2018).....	42
3. Uji Validasi Ahli	77
4. Uji Kepraktisan	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian	111
2. Surat Balasan Izin Penelitian	112
3. Lembar Observasi	113
4. Data Nilai Siswa	115
5. Lembar Wawancara	116
6. Modul Ajar	118
7. Soal <i>Pretest & Posttest</i>	125
8. Draft Produk	128
9. Validasi Ahli Materi	133
10. Validasi Ahli Bahasa	140
11. Validasi Ahli Media	149
12. Lembar Angket Uji Kepraktisan Peserta Didik	156
13. Lembar Angket Uji Kepraktisan Pendidik	158
14. Hasil Uji Praktikalitas	160
15. Hasil Uji Validitas	161
16. Hasil Uji Reliabilitas	161
17. Hasil Uji Daya Pembeda Soal	162
18. Hasil Uji Tingkat Kesukaran	162
19. Rekapitulasi Nilai	163
20. Uji Deskriptif Data	167
21. Hasil Uji Normalitas	167
22. Hasil Uji Homogenitas	168
23. Hasil Uji <i>N-Gain</i>	169
24. Hasil Uji <i>T</i>	169
25. Hasil Uji Linieritas	170
26. Hasil Uji <i>Homogeneity of Regression Slopes</i>	170
27. Hasil Uji ANCOVA	171
28. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	172
29. Dokumentasi Penelitian	173

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pesatnya perkembangan teknologi digital membawa dampak signifikan terhadap dunia pendidikan. Di era modern ini proses kegiatan pembelajaran sudah mengarah pada penggunaan teknologi dalam segala bidang yang berhubungan dengan kehidupan masyarakat, salah satunya pada bidang pendidikan. Peserta didik tidak lagi cukup hanya menguasai konten, tetapi harus dibekali dengan serangkaian keterampilan kompleks untuk bernavigasi di dunia yang terus berubah. Keterampilan ini dikenal sebagai 4C (*Creativity, Critical Thinking, Communication, Collaboration*). Kemampuan berpikir kreatif memegang peranan esensial sebagai motor penggerak inovasi dan pemecahan masalah (Kurniawan, 2023). Kreativitas peserta didik menjadi hal penting dan titik awal untuk mengembangkan kreativitas lainnya. Kreativitas menjadi dasar peserta didik untuk berpikir kreatif, kritis, fokus pada berinovasi, dan menjangkau semua keterampilan pada abad ke-21 (Berti Yolida dkk., 2025). Tuntutan ini selaras dengan semangat kurikulum merdeka yang menekankan pada pengembangan penalaran dan kompetensi peserta didik secara holistik.

Hasil survei internasional seperti *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa kemampuan sains dan kreativitas peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD (OECD, 2023). Skor rata-rata untuk Indonesia adalah sekitar 396. Indonesia berada di peringkat 72 dari 79 negara yang berpartisipasi dalam tes tersebut. Skor ini jauh di bawah rata-rata negara OECD yang mencapai sekitar

489. Hasil tersebut sejalan dengan laporan *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang memperlihatkan rendahnya keterampilan berpikir kreatif pada siswa Indonesia, terutama dalam menerapkan konsep sains untuk memecahkan masalah kontekstual. Rendahnya kemampuan berpikir kreatif peserta didik dapat ditelusuri melalui praktik pembelajaran yang masih bersifat konvensional, terutama pada muatan pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. Pembelajaran IPA idealnya memberi kesempatan kepada siswa untuk menemukan konsep melalui kegiatan ilmiah seperti observasi, eksperimen, dan penyelidikan fenomena alam (Sayekti dkk., 2019).

Praktik pembelajaran IPA di sekolah dasar masih berorientasi pada hafalan konsep dan pengetahuan faktual tanpa diimbangi oleh kegiatan eksploratif yang dapat menstimulasi kreativitas siswa. Seperti pada materi perubahan bentuk energi, guru cenderung menekankan hafalan tentang definisi, macam-macam bentuk energi, serta bunyi hukum kekekalan energi secara teoritis, tanpa mengaitkan dengan penggunaan dan transformasi energi di lingkungan sekitar kemudian guru juga sering memaksakan cara berpikir peserta didik dengan cara berpikir yang dimiliki gurunya. Jika peserta didik diberikan soal-soal yang berbeda dengan soal latihan, maka peserta didik bingung karena tidak tahu harus mulai dari mana mereka bekerja. Hal ini menyebabkan siswa hanya memahami konsep secara parsial dan tidak terlatih untuk berpikir kreatif dalam memecahkan masalah nyata seperti krisis energi, perilaku boros listrik, atau penciptaan alat sederhana berbasis energi alternatif. Jika kondisi yang demikian, maka kemampuan kreatif siswa di kelas kurang berkembang.

Salah satu penyebab utama permasalahan tersebut adalah penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang belum optimal. LKPD merupakan bahan ajar yang disusun untuk memandu aktivitas belajar peserta didik secara lebih terarah melalui petunjuk kegiatan, informasi pendukung, serta tugas atau latihan yang menuntut keterlibatan aktif. Lembar Kerja Peserta Didik umumnya ditekankan sebagai perangkat yang membantu siswa belajar mandiri dan mendorong aktivitas

belajar (bukan sekadar kumpulan soal) karena memuat langkah kerja dan arahan untuk memahami konsep (Hairani dkk., 2022). LKPD seharusnya berfungsi tidak hanya sebagai latihan soal, tetapi juga sebagai alat untuk mengarahkan proses berpikir siswa melalui langkah kegiatan yang sistematis (Pratiwi dan Indrayani, 2023). Fungsi LKPD adalah memfasilitasi aktivitas pembelajaran mandiri, aktif, dan terstruktur agar siswa dapat mengembangkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Rosmana dkk., 2024). Dengan demikian, kesenjangan antara teori dan praktik pembelajaran IPA masih sangat nyata, di mana LKPD belum digunakan sebagai media pengembang kreativitas siswa.

Inovasi bahan ajar diperlukan untuk memfasilitasi pengembangan kreativitas dan berpikir ilmiah peserta didik, salah satunya melalui pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Pendekatan STEAM menekankan integrasi lintas disiplin ilmu secara holistik sehingga pembelajaran tidak hanya fokus pada penguasaan konsep sains tetapi juga keterampilan desain, teknologi, dan ekspresi seni yang relevan dengan kehidupan nyata (Yakman, 2018; Boice et al., 2024). Pendekatan STEAM dipandang relevan untuk pembelajaran abad ke-21 karena menekankan integrasi lintas disiplin, aktivitas berbasis proyek, dan penguatan kreativitas melalui proses desain–rekayasa. Bukti hasil kajian sistematis pada tingkat sekolah dasar menunjukkan pembelajaran STEAM cenderung berdampak positif pada keterampilan abad-21, termasuk kreativitas, keterlibatan belajar, dan penguatan pengalaman belajar kontekstual (Haka dkk., 2025).

Implementasi STEAM dapat dijumpai melalui bahan ajar seperti LKPD yang memandu siswa menjalani tahapan eksplorasi konsep, perancangan, pembuatan produk sederhana, pengujian hingga refleksi. Contoh implementasi pada materi perubahan atau transformasi energi melalui LKPD berbasis STEAM (misalnya pembuatan produk sederhana) dilaporkan mampu meningkatkan indikator berpikir kreatif, karena siswa dilatih menghasilkan ide, memilih alternatif desain, dan mengembangkan solusi menjadi karya (Papadopoulou, 2024; Rahmawati dan

Mintohari, 2024). Penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan STEAM dapat meningkatkan indikator *fluency*, *flexibility*, dan *originality* berpikir siswa secara signifikan (Puspitaningtyas dkk., 2025). Dengan demikian, pendekatan STEAM sangat relevan digunakan dalam pembelajaran IPA materi perubahan bentuk energi di sekolah dasar karena mendorong pembelajaran berbasis proyek yang kolaboratif dan kreatif. Meskipun potensial, implementasi STEAM di sekolah dasar tidaklah mudah. Guru membutuhkan panduan yang jelas untuk merancang kegiatan interdisipliner yang sesuai dengan tingkat perkembangan siswa.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEAM menjadi solusi yang menjanjikan. LKPD semacam ini dapat memandu siswa dalam mengikuti proses berpikir ilmiah melalui tahapan eksplorasi, perancangan, pembuatan produk, dan refleksi hasil pembelajaran. Namun, proses pengembangan LKPD berbasis STEAM cukup kompleks karena memerlukan integrasi berbagai bidang ilmu dan kreativitas desain yang tinggi. Guru sering kali mengalami kesulitan dalam merancang aktivitas yang melibatkan unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara seimbang. Oleh karena itu, dibutuhkan dukungan teknologi dalam proses perancangan agar pengembangan LKPD dapat dilakukan secara efisien dan berkualitas.

AI berperan dalam mendukung inovasi pembelajaran. Salah satu bentuk AI generatif terbaru yang mulai diterapkan adalah AI Gemini, dikembangkan oleh *Google DeepMind*, yang mampu memproses data secara multimodal (teks, gambar, suara, video) dan memberikan respon adaptif sesuai konteks pendidikan (Aprilia dkk., 2024; Oka dkk., 2025). Dalam penelitian pendidikan, AI Gemini dapat berfungsi sebagai asisten pengembang bahan ajar bagi guru, bukan sebagai media belajar langsung untuk siswa. Artinya, AI Gemini membantu guru atau peneliti dalam merancang LKPD yang interaktif, menarik, dan sesuai kebutuhan kurikulum. Misalnya, Gemini dapat digunakan untuk *brainstorming* ide proyek STEAM yang kreatif dan kontekstual, merancang skenario masalah berbasis fenomena lingkungan (misalnya banjir atau penguapan air laut), serta membantu

menyusun rubrik penilaian berpikir kreatif yang valid dan komprehensif. Hal ini sejalan dengan pendapat (Imran dan Almusharraf, 2024) bahwa AI Gemini berfungsi sebagai alat yang mendukung proses otomatisasi, personalisasi, dan multimodalitas konten dalam pembelajaran. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemanfaatan AI generatif seperti Gemini mulai digunakan dalam bidang pendidikan, khususnya dalam membantu guru menyusun perangkat ajar dan materi pembelajaran. AI Gemini efektif digunakan sebagai asisten guru dalam menyusun modul ajar dan bahan evaluasi secara lebih cepat dan kontekstual (Aprilia dkk., 2024). Peneliti lainnya juga menunjukkan bahwa Gemini AI membantu calon guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis proyek dan meningkatkan efisiensi perencanaan pembelajaran (Oka dkk., 2025). Meskipun demikian, penggunaan AI Gemini secara spesifik dalam pengembangan LKPD berbasis STEAM di sekolah dasar masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini memiliki unsur kebaruan (*novelty*), yaitu mengintegrasikan AI Gemini sebagai asisten pengembangan LKPD IPA berbasis STEAM.

Kelebihan AI Gemini dibandingkan teknologi AI lain adalah kemampuannya untuk memahami konteks instruksional guru secara adaptif, mempersonalisasi konten, serta menghasilkan bahan ajar berbasis teks dan visual dengan tingkat relevansi tinggi (Supriyadi dan Pahmi, 2024). Dengan demikian, pemanfaatan Gemini dalam pengembangan LKPD berbasis STEAM dapat mengatasi kendala waktu, kreativitas, dan kompleksitas desain yang sering dihadapi guru. Kolaborasi antara pendekatan pedagogis STEAM dan kecerdasan buatan AI Gemini diharapkan mampu menghasilkan LKPD yang tidak hanya inovatif secara konten, tetapi juga efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa sekolah dasar. Secara konseptual, kemampuan berpikir kreatif yang dimaksud dalam penelitian ini mencakup empat indikator utama sebagaimana dijelaskan oleh Saputra (dalam Gita Dian Pratiwi, dkk., 2021), yaitu *fluency* (kelancaran menghasilkan ide), *elaboration* (pengembangan ide), *flexibility* (keluwesan berpikir), dan *originality* (orisinalitas ide). Keempat aspek ini menjadi dasar dalam merancang aktivitas pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk

mengemukakan banyak solusi, melihat masalah dari berbagai perspektif, serta mengembangkan gagasan menjadi produk kreatif yang bermanfaat. Pendekatan STEAM yang terintegrasi dengan LKPD berbantuan AI Gemini memungkinkan keempat indikator tersebut terfasilitasi secara eksplisit melalui aktivitas proyek dan eksplorasi ilmiah.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di SD Negeri 1 Kebon Jeruk, Bandar Lampung terhadap 53 peserta didik kelas IVa dan IVb, diperoleh gambaran bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik masih tergolong rendah, dengan rata-rata pencapaian sebesar 32%. Penilaian dilakukan berdasarkan empat indikator utama kemampuan berpikir kreatif menurut Torrance, yaitu *fluency*, *elaboration*, *flexibility*, dan *originality*. Pada indikator *fluency* atau kelancaran mengemukakan ide, hanya 34% siswa yang mampu menyampaikan lebih dari satu gagasan ketika diminta menjelaskan fenomena dampak penggunaan energi fosil yang berlebihan bagi lingkungan. Indikator *flexibility* juga menunjukkan capaian rendah (28%), dimana sebagian besar siswa belum mampu memberikan beragam alternatif solusi terhadap permasalahan pemborosan listrik di lingkungan sekolah. Selanjutnya, pada indikator *originality*, hanya 25% siswa yang menunjukkan ide-ide unik seperti menciptakan alat peraga sederhana berbasis energi alternatif (misalnya kincir angin dari barang bekas), sementara indikator *elaboration* mencapai 36%, menunjukkan sebagian kecil siswa mampu menguraikan gagasan desain alat tersebut dengan lebih rinci dan logis (Lampiran 3).

Berdasarkan data awal hasil ulangan harian materi perubahan bentuk energi pada peserta didik kelas SD Negeri 1 Kebon Jeruk Bandar Lampung, diperoleh bahwa dari 53 peserta didik hanya 21 orang (39,6%) yang mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM) yaitu 70, sedangkan 32 peserta didik (60,4%) memperoleh nilai di bawah KKM. Nilai rata-rata kelas hanya mencapai 64,2. Data ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep perubahan energi peserta didik masih tergolong rendah dan belum optimal. Rendahnya hasil belajar ini mengindikasikan bahwa

pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya mampu memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep secara mendalam dan aplikatif, khususnya melalui aktivitas yang menuntut eksplorasi dan kreativitas (Lampiran 4). Hasil wawancara yang dilakukan terhadap dua orang guru kelas IV SD Negeri 1 Kebon Jeruk Bandar Lampung menunjukkan bahwa selama ini kegiatan pembelajaran IPA masih berpusat pada penjelasan guru dan penggunaan LKPD konvensional yang hanya berisi latihan isian singkat atau soal pilihan ganda. Aktivitas eksploratif dan kreatif seperti eksperimen sederhana, proyek mini, atau pembuatan model perubahan energi belum pernah dilaksanakan secara terstruktur. Guru juga menyebutkan bahwa peserta didik cenderung pasif dan menunggu arahan, sehingga jarang muncul ide baru saat proses pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran IPA di sekolah tersebut belum memberikan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk mengembangkan ide secara bebas dan orisinal (Lampiran 5).

Data observasi ini memperkuat indikasi bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik di sekolah dasar masih rendah, khususnya dalam konteks pembelajaran IPA materi perubahan bentuk energi. Rendahnya capaian pada indikator *fluency*, *flexibility*, dan *originality* menggambarkan bahwa siswa belum terbiasa berpikir divergen dan belum mendapatkan pengalaman belajar yang menantang. Hal ini menegaskan perlunya inovasi dalam pengembangan bahan ajar, salah satunya melalui LKPD berbasis pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini, yang mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik melalui kegiatan eksploratif, integratif, dan kontekstual sesuai tuntutan kurikulum merdeka. Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas, peneliti telah melakukan penelitian yang berjudul Pengembangan LKPD IPA Materi Perubahan Bentuk Energi dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar masih rendah.
2. Pembelajaran IPA di sekolah dasar masih berpusat pada guru dan berorientasi pada hafalan konsep.
3. LKPD yang digunakan belum mendorong aktivitas berpikir kreatif.
4. Pendekatan pembelajaran STEAM belum diterapkan secara optimal dalam pembelajaran IPA materi perubahan bentuk energi.
5. Guru mengalami kesulitan dalam merancang LKPD yang mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika.
6. Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan, khususnya AI Gemini dalam pengembangan bahan ajar belum dilakukan.
7. Diperlukan pengembangan LKPD IPA berbasis pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, peneliti membatasi masalah sebagai berikut.

1. LKPD yang dikembangkan berbasis pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini.
2. LKPD yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
3. Kemampuan yang akan ditingkatkan adalah berpikir kreatif.
4. Kurikulum yang digunakan adalah kurikulum merdeka.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah di atas, rumusan masalah penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana validitas LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar?
2. Bagaimana kepraktisan LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar?
3. Bagaimana efektivitas LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk

1. Mendeskripsikan validitas LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.
2. Mendeskripsikan kepraktisan LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.
3. Mendeskripsikan keefektifan LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi atau masukan bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang pendidikan mengenai pengembangan LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peserta Didik

Meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada muatan IPA melalui LKPD dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini.

b. Bagi Pendidik

Penelitian ini dapat menjadi pedoman atau contoh bagi pendidik untuk dapat mengembangkan LKPD dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.

c. Bagi Kepala Sekolah

Menambah informasi bagi kepala sekolah untuk kedepannya agar mendorong pendidik dalam menyusun LKPD dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.

d. Bagi Peneliti Lain

Penelitian ini dapat menjadi referensi mengenai LKPD dengan Pendekatan STEAM Berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar.

1.7. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan berupa LKPD IPA Materi Perubahan Bentuk Energi dengan Pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini memandu peserta didik melakukan aktivitas berbasis proyek melalui pembuatan *Solar Car Project* (mobil-mobilan panel surya). LKPD ini bertujuan meningkatkan pemahaman konsep energi, konversi energi, serta kemampuan berpikir kreatif melalui proses desain, rekayasa, dan pembuatan prototipe berbasis energi terbarukan. Spesifikasi produk yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

No	Identifikasi Produk	Keterangan
1	Jenis produk yang dikembangkan	Produk yang dikembangkan berupa LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
2	Struktur LKPD	Cover, identitas, petunjuk penggunaan, CP/TP, peta konsep, kegiatan proyek, refleksi, dan evaluasi.
3	Model Pembelajaran	STEAM berbasis proyek (<i>Solar Car Project</i>)
4	Peran AI Gemini	Digunakan pada tahap perancangan LKPD untuk membantu: (1) menyusun ide proyek, (2) merancang skenario masalah, (3) menyusun aktivitas STEAM, dan (4) menyusun rubrik penilaian berpikir kreatif.
5	Bentuk soal	Tes uraian dan penilaian proyek berbasis indikator kreativitas
6	Sasaran	Untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik kelas IV SD.
7	Capaian Pembelajaran (Fase B)	Peserta didik mengidentifikasi proses perubahan wujud zat dan perubahan bentuk energi dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik mengidentifikasi sumber dan bentuk energi serta menjelaskan proses perubahan bentuk energi dalam kehidupan sehari-hari (contoh: energi kalor, listrik, bunyi, cahaya).

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Teori Belajar

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori belajar konstruktivisme merupakan salah satu paradigma yang telah memberikan dampak mendalam pada dunia pendidikan dan psikologi kognitif. Menurut Gusnarib Wahab dan Rosnawati (2021) teori belajar Vygotsky menekankan bahwa perkembangan kemampuan berpikir peserta didik dipengaruhi oleh interaksi sosial dan lingkungan belajar. Peserta didik memperoleh pengetahuan melalui komunikasi, diskusi, kerja sama, dan bimbingan dari guru maupun teman sebaya yang lebih mampu. Proses pembelajaran tidak hanya berlangsung secara individual, tetapi juga melalui aktivitas sosial yang membantu peserta didik membangun pengetahuan dan memahami konsep pembelajaran secara lebih baik. Teori Vygotsky juga menjelaskan adanya konsep Zone of Proximal Development (ZPD), yaitu tingkat kemampuan yang dapat dicapai peserta didik dengan bantuan orang lain yang lebih kompeten. Dalam proses pembelajaran, guru memberikan bantuan secara bertahap (*scaffolding*) agar peserta didik mampu menyelesaikan tugas secara mandiri. Interaksi sosial dan kolaborasi menjadi bagian penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif serta pemecahan masalah peserta didik.

Teori tersebut relevan dengan pembelajaran berbasis STEAM-EDP. Menurut Berti Yolida dkk. (2025) pendekatan STEAM-EDP menekankan aktivitas pemecahan masalah kreatif melalui kolaborasi, eksplorasi, desain, dan diskusi dalam pembelajaran abad ke-21. Pendekatan ini memberikan ruang kepada peserta didik untuk aktif mencari solusi melalui proses berpikir kreatif dan kerja

sama kelompok. Hubungan teori Vygotsky dengan penelitian ini terlihat pada penggunaan model Project Based Learning (PjBL) berpendekatan STEAM berbantuan AI Gemini. Peserta didik belajar secara kolaboratif melalui diskusi kelompok, pemecahan masalah, dan eksplorasi ide proyek. Penggunaan AI Gemini juga membantu peserta didik memperoleh bimbingan tambahan dalam memahami materi serta mengembangkan kreativitas selama proses pembelajaran berlangsung.

2.1.2 Teori Belajar Konektivisme

Teori konektivisme menjelaskan bahwa proses pembelajaran terjadi melalui hubungan antara individu, teknologi, dan berbagai sumber informasi digital. Menurut Gusnarib Wahab dan Rosnawati (2019), pembelajaran pada era digital menuntut peserta didik untuk mampu memanfaatkan teknologi, internet, dan media digital sebagai sumber belajar dalam memperoleh pengetahuan. Dalam teori konektivisme, peserta didik dituntut memiliki kemampuan untuk mencari, memilih, menghubungkan, dan mengembangkan informasi dari berbagai sumber belajar digital. Pengetahuan tidak hanya diperoleh dari guru, tetapi juga melalui jaringan informasi yang terus berkembang. Oleh karena itu, penggunaan teknologi digital menjadi bagian penting dalam mendukung proses pembelajaran abad ke-21.

Pendekatan STEAM-EDP yang dikembangkan oleh Berti Yolida dkk. (2025) juga menekankan pentingnya pemanfaatan teknologi dan proses desain rekayasa (*Engineering Design Process*) dalam pembelajaran. Pendekatan tersebut membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, pemecahan masalah, serta keterampilan abad ke-21 melalui penggunaan teknologi dan aktivitas proyek. Hubungan teori konektivisme dengan penelitian ini terlihat pada penggunaan AI Gemini sebagai media pendukung pembelajaran berbasis STEAM dan PjBL. AI Gemini membantu peserta didik memperoleh informasi, mencari referensi, mengembangkan ide proyek, dan menemukan solusi terhadap permasalahan pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

2.2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

2.2.1 Pengertian LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu perangkat media pembelajaran yang dirancang khusus untuk membantu peserta didik dalam proses pembelajaran secara aktif dan mandiri. Dalam konteks pembelajaran di sekolah, LKPD berfungsi sebagai pedoman yang memuat aktivitas terstruktur berupa materi inti, panduan kegiatan, langkah-langkah penyelesaian tugas, serta aktivitas berpikir yang menuntut keterlibatan peserta didik secara langsung. LKPD memberikan arah yang jelas tentang aktivitas yang harus dilakukan peserta didik sehingga proses pembelajaran menjadi lebih sistematis dan terarah sesuai dengan kompetensi dasar yang ditetapkan dalam kurikulum (Iramahdewi dkk., 2025). Lebih lanjut, definisi LKPD juga menekankan aspek fungsional operasional, yakni bahwa LKPD merupakan panduan bagi peserta didik untuk mengerjakan pekerjaan tertentu yang dapat meningkatkan dan memperkuat hasil belajar (Fatimaturradhu dan Siregar, 2023). LKPD dalam hal ini diartikan sebagai perangkat pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk belajar secara aktif dan mandiri melalui langkah-kerja yang jelas, sehingga peran guru dapat bergeser dari hanya menyampaikan materi ke memfasilitasi aktivitas siswa.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa LKPD dapat didefinisikan sebagai perangkat media pembelajaran yang dirancang secara sistematis sebagai panduan operasional bagi peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar yang terstruktur. LKPD berfungsi sebagai instrumen yang mengintegrasikan materi inti dengan langkah-langkah kerja praktis guna meningkatkan dan memperkuat hasil belajar. Melalui penggunaan LKPD, proses pembelajaran bertransformasi menjadi lebih mandiri dan berpusat pada siswa (*student-centered*), dimana keterlibatan aktif peserta didik menjadi kunci utama sementara guru berperan strategis sebagai fasilitator dalam mencapai kompetensi dasar yang ditargetkan.

2.2.2 Fungsi LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) memiliki peran penting dalam proses pembelajaran karena dirancang bukan sekadar sebagai lembar latihan, tetapi sebagai bahan ajar yang memfasilitasi keterlibatan siswa secara aktif dan bermakna. LKPD berfungsi untuk memberikan rangkaian aktivitas yang terstruktur berupa petunjuk kegiatan, tugas-tugas berpikir, serta stimulasi pemahaman konsep, sehingga peserta didik didorong untuk berpikir kritis, mengeksplorasi materi pembelajaran, dan menyelesaikan masalah pembelajaran secara mandiri dan sistematis. LKPD juga membantu mengarahkan proses pembelajaran menuju tujuan kompetensi yang telah ditetapkan dalam kurikulum (Iramahdewi dkk., 2025). Selain sebagai panduan belajar mandiri, LKPD juga berfungsi untuk meningkatkan keaktifan siswa dan kualitas keterampilan proses. Dengan serangkaian tugas yang melibatkan pengamatan, analisis, refleksi, dan penyelesaian masalah, LKPD mendorong siswa untuk tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi untuk aktif membangun pemahaman konsep (Sholihah dan Saputri, 2025).

LKPD berperan sebagai media pembelajaran yang mengoptimalkan peran peserta didik dalam pembelajaran, sekaligus mengurangi dominasi peran guru selama proses berlangsung. Lebih jauh, penggunaan LKPD telah dibuktikan dalam berbagai penelitian sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, serta mendorong siswa untuk berpikir secara kreatif dan kritis melalui aktivitas terencana. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berfungsi juga sebagai penghubung antara materi pembelajaran, keterampilan berpikir, dan aplikasi proses belajar yang lebih aktif (Muslimah, 2020). Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa fungsi LKPD adalah sebagai instrumen pembelajaran aktif yang mengarahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri, sistematis, dan kritis. LKPD berfungsi menjembatani penyampaian materi dengan pengembangan keterampilan proses melalui aktivitas terstruktur, sehingga mampu mengurangi dominasi guru di kelas

sekaligus mengoptimalkan hasil belajar dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

2.2.3 Syarat-syarat LKPD

Keberadaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) memberikan pengaruh yang cukup besar dalam proses pembelajaran, sehingga penyusunan LKPD haruslah memenuhi beberapa syarat seperti syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknik. sebagaimana dijelaskan oleh Hendro Darmodjo dan Jenny R.E. Kaligis dalam (Noer, 2018).

1. Syarat Didaktik Lembar kerja peserta didik (LKPD) sebagai salah satu bentuk sarana berlangsungnya proses belajar mengajar haruslah memenuhi persyaratan didaktik artinya suatu LKPD harus mengikuti asas belajar mengajar yang efektif, yaitu:
 - a. Memperhatikan adanya perbedaan individual, sehingga LKPD yang baik itu adalah yang dapat digunakan baik oleh peserta didik kemampuan rendah, sedang maupun tinggi,
 - b. Menekankan pada proses untuk menemukan konsep-konsep sehingga LKPD dapat berfungsi sebagai petunjuk jalan bagi peserta didik untuk mencari tahu,
 - c. Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik,
 - d. Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri peserta didik,
 - e. Pengalaman belajarnya ditentukan oleh tujuan pengembangan diri peserta didik (intelektual, emosional dan sebagainya).
2. Syarat Konstruksi ialah syarat-syarat yang berkenaan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan sehingga dapat dimengerti oleh pengguna, yaitu:
 - a. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik
 - b. Menggunakan struktur kalimat yang jelas,

- c. Memiliki urutan materi pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik,
 - d. Tidak mengacu pada buku sumber yang di luar kemampuan keterbacaan peserta didik,
 - e. Menyediakan ruangan yang cukup untuk memberi keleluasaan pada peserta didik untuk menuliskan jawaban atau menggambar pada LKPD,
 - f. Menggunakan kalimat yang sederhana dan tidak terlalu panjang,
 - g. Memiliki tujuan belajar yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi,
 - h. Mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya.
3. Syarat Teknis berkaitan dengan tulisan, gambar, dan penampilan. LKPD yang baik adalah LKPD yang memenuhi syarat teknis sebagai berikut
- a. Menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf Latin atau Romawi.
 - b. Menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik, bukan huruf biasa yang diberi garis bawah.
 - c. Menggunakan tidak lebih dari 10 kata dalam satu baris.
 - d. Menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban peserta didik.
 - e. Mengusahakan perbandingan besarnya huruf dengan gambar serasi.
 - f. Menggunakan gambar yang dapat menyampaikan pesan/isi dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna LKPD.

Syarat-syarat di atas merupakan acuan indikator LKPD yang efektif. Berikut adalah tabel indikator kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang disusun berdasarkan kriteria standar pengembangan bahan ajar (Syarat Didaktik, Konstruksi, dan Teknis).

Tabel 2. Indikator LKPD

No	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Deskripsi/Kriteria
1	Syarat Didaktik	Kesesuaian Materi	Materi sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP).
		Kejelasan Tujuan	Tujuan pembelajaran dirumuskan dengan jelas dan dapat diukur.
		Kemampuan Penalaran	Tugas mendorong siswa untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah.
		Urutan Materi	Materi disajikan secara logis dari yang sederhana ke kompleks.
		Aktifitas Siswa	LKPD memicu keterlibatan aktif siswa (bukan hanya membaca).
2	Syarat Konstruksi	Kebahasaan	Menggunakan bahasa Indonesia yang baik, benar, dan sesuai usia siswa.
		Kejelasan Instruksi	Kalimat perintah jelas dan tidak menimbulkan makna ganda (ambigu).
		Struktur LKPD	Memiliki komponen lengkap (Judul, Petunjuk, Materi, Langkah Kerja, Evaluasi).
		Kesesuaian Tugas	Tingkat kesulitan tugas sesuai dengan kemampuan kognitif peserta didik.
		Ruang Jawaban	Menyediakan tempat yang cukup bagi siswa untuk menuliskan jawaban.
3	Syarat Teknis	Penampilan/Layout	Tata letak unsur visual (teks dan gambar) rapi dan proporsional.
		Kualitas Visual	Gambar, tabel, atau grafik terlihat jelas dan membantu pemahaman materi.
		Tipografi	Jenis dan ukuran huruf mudah dibaca (tidak terlalu kecil/rumit).
		Daya Tarik	Desain secara keseluruhan menarik minat siswa untuk mengerjakan.
		Konsistensi	Penggunaan istilah, simbol, dan format penulisan konsisten dari awal hingga akhir.

Sumber: Hendro Darmodjo dan Jenny R.E. Kaligis dalam (Noer, 2018).

2.3. Hakikat Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

2.3.1 Pengertian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

Berdasarkan pendapat (Trianto, 2010), Ilmu Pengetahuan Alam pada hakikatnya merupakan suatu produk atau hasil pengetahuan (*a body of knowledge*) tentang gejala alam, namun sekaligus juga merupakan suatu proses penemuan (*a way of investigating*) pengetahuan tersebut. Proses ini diperoleh melalui metode ilmiah

yang sistematis, mencakup langkah-langkah seperti observasi, perumusan masalah, hipotesis, dan eksperimen untuk memahami fenomena alam secara mendalam. Definisi lain memandang IPA sebagai pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan dibangun berdasarkan kumpulan data yang diperoleh melalui observasi dan eksperimen yang terkontrol (Carin & Sund, 1993, dalam Wisudawati & Sulistyowati, 2014). IPA lebih dari sekadar kumpulan fakta yang harus dihafal, melainkan sebuah cara kerja atau metode berpikir (*a way of thinking*) untuk menyelidiki dunia di sekitar kita. Proses ini sangat bergantung pada pengembangan sikap ilmiah (*scientific attitude*), seperti rasa ingin tahu, objektivitas, kejujuran dalam melaporkan data, dan keterbukaan terhadap bukti baru (Wynne Harlen, 2006). Berdasarkan ketiga pandangan tersebut, dapat disintesis bahwa pengertian IPA bersifat multidimensional. IPA bukan hanya sekumpulan pengetahuan sistematis (produk) sebagaimana ditekankan oleh Carin dan Sund, tetapi juga merupakan proses ilmiah yang ketat untuk memperoleh pengetahuan tersebut (proses), seperti yang diuraikan oleh Trianto. Lebih lanjut, seperti yang ditegaskan Harlen, keseluruhan proses dan produk tersebut tidak dapat dipisahkan dari sikap ilmiah yang mendasarinya, sehingga IPA pada hakikatnya adalah kesatuan utuh antara produk, proses, dan sikap.

2.3.2 Karakteristik Pembelajaran IPA

Menurut penelitian (Elisa dkk., 2023) pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di sekolah dasar memiliki karakteristik bahwa materi yang disajikan berkaitan dengan fenomena alam yang nyata dan berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar siswa. Dalam studinya disebutkan bahwa pembelajaran IPA bukan sekadar pemberian konsep abstrak, melainkan harus mengandung unsur pengalaman nyata (faktual) mengenai peristiwa, fakta, atau gejala alam yang dapat diamati siswa secara langsung. Hal ini memberikan landasan bahwa salah satu karakteristik penting pembelajaran IPA adalah keterkaitan dengan fenomena nyata dan pengalaman langsung siswa sebagai subjek belajar. Selanjutnya, (Umroh dan Indayati, 2024) menekankan bahwa Pembelajaran IPA efektif jika memberikan

kesempatan kepada siswa untuk menemukan sendiri pengetahuan melalui proses berpikir kritis dan refleksi. Dalam penerapan model pembelajaran CORE (*Connecting, Organizing, Reflecting, dan Extending*), siswa dihadapkan pada aktivitas yang menghubungkan konsep dengan pengalaman, mengorganisasi ide, merefleksi hasil aktivitas, dan memperluas penerapan ke konteks lain. Model ini mengindikasikan karakteristik pembelajaran IPA yang aktif, konstruktivistik, dan terhubung dengan konteks kehidupan siswa.

Pembelajaran IPA harus memuat tiga aspek penting, yakni produk ilmiah (konsep, fakta), proses ilmiah (observasi, hipotesis, eksperimen), dan sikap ilmiah (keingintahuan, keterbukaan, kejujuran) menurut kajian (Sayekti dkk., 2019) . Penulis menegaskan bahwa karakteristik pembelajaran IPA yang baik adalah yang menyatukan ketiga aspek tersebut dalam aktivitas pembelajaran di kelas, sehingga siswa tidak hanya menghafal fakta, tetapi juga terlibat dalam proses dan mengembangkan sikap ilmiah. Berdasarkan berbagai pandangan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa karakteristik pembelajaran IPA yang ideal adalah pembelajaran yang aktif, kontekstual, berpusat pada siswa, serta mampu menumbuhkan pemahaman konseptual, keterampilan proses, dan sikap ilmiah secara seimbang.

2.3.3 Tujuan Pembelajaran IPA

Tujuan fundamental pembelajaran IPA di era modern adalah untuk membekali siswa dengan literasi sains yang fungsional. Literasi ini mencakup kemampuan untuk memahami konsep inti sains, berpartisipasi dalam pembahasan ilmiah, dan menerapkan pemahaman ilmiah dalam pengambilan keputusan di kehidupan nyata. Tujuan ini bergeser dari sekadar penguasaan konten (fakta) menjadi pengembangan kompetensi untuk menganalisis isu-isu sosio-saintifik (*socio-scientific issues*) yang kompleks, seperti perubahan iklim atau pandemi, yang menuntut pemikiran kritis (Rahmawati, 2021). Tujuan pembelajaran IPA juga difokuskan secara mendalam pada pengembangan keterampilan proses sains (KPS) dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Sebagaimana

dikemukakan oleh (Saputra dkk., 2020), pembelajaran IPA bertujuan agar siswa tidak hanya menjadi konsumen pengetahuan, tetapi juga produsen pengetahuan melalui metode ilmiah. Tujuannya adalah melatih siswa untuk mengamati, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, menganalisis data, dan mengkomunikasikan temuan secara sistematis, yang merupakan fondasi dari cara berpikir logis, kritis, dan analitis.

Selain domain kognitif dan keterampilan, tujuan pembelajaran IPA juga mencakup domain afektif dan aplikasi praktis dalam konteks STEAM. Menurut (Khoiri, 2019) tujuan penting dari pembelajaran sains adalah menumbuhkan sikap ilmiah (*scientific attitudes*), seperti rasa ingin tahu, objektivitas, kejujuran, dan ketekunan. Pembelajaran IPA juga bertujuan untuk menunjukkan relevansi sains dengan teknologi dan kehidupan sehari-hari, membekali siswa dengan pemahaman untuk memecahkan masalah dunia nyata dan bahkan mengarahkan minat mereka pada karir di bidang STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*).

Berdasarkan paparan dari ketiga sumber tersebut, dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran IPA modern bersifat komprehensif, mencakup tiga domain utama. Tujuannya tidak hanya mencapai literasi sains untuk pengambilan keputusan dalam isu-isu sosio-saintifik, tetapi juga menguasai keterampilan proses dan berpikir kritis melalui praktik metode ilmiah. Lebih lanjut, tujuan pembelajaran IPA dalam penelitian ini difokuskan pada penguasaan konsep perubahan bentuk energi. Melalui LKPD yang dikembangkan, peserta didik diharapkan tidak hanya memahami teori energi, tetapi mampu mengidentifikasi transformasi energi dalam kehidupan sehari-hari (seperti energi listrik menjadi energi gerak atau panas) melalui proses inkuiri dan eksperimen kreatif.

2.4. Kemampuan Berpikir Kreatif

2.4.1 Pengertian Kemampuan Berpikir Kreatif

Kemampuan berpikir kreatif sering didefinisikan sebagai kapasitas kognitif untuk menghasilkan gagasan-gagasan baru yang orisinal dan bernilai dalam menyelesaikan masalah. Berpikir kreatif pada konteks pembelajaran sains sebagai proses berpikir yang menampilkan dimensi-dimensi utama, yaitu *fluency* (kelancaran ide), *flexibility* (fleksibilitas sudut pandang), *originality* (orisinalitas), dan *elaboration* (pengembangan/penjabaran ide). Dimensi-dimensi ini menunjukkan bahwa berpikir kreatif bukan sekadar menemukan satu jawaban, melainkan kemampuan menghasilkan banyak solusi, melihat masalah dari berbagai sudut, dan mengembangkan gagasan agar lebih matang (Fatmawati dkk., 2022). Dari perspektif pendidikan dasar dan menengah, Putri dan Alberida (2022) mendefinisikan kemampuan berpikir kreatif sebagai keterampilan individu untuk mencari cara, strategi, atau gagasan alternatif yang baru dalam upaya memperoleh penyelesaian masalah. Penelitian ini menekankan aspek fungsional berpikir kreatif: ia berperan sebagai alat pemecahan masalah yang membantu siswa menghasilkan beragam kemungkinan solusi dan memilih solusi yang relevan.

Dengan demikian, berpikir kreatif dipandang sebagai kompetensi yang dapat dilatih melalui tugas-tugas terbuka dan pembelajaran kontekstual. Lebih jauh, Putra dkk. (2024) merumuskan berpikir kreatif sebagai kemampuan untuk menghasilkan ide atau konsep yang tidak hanya baru tetapi juga memiliki nilai guna (*original and valuable*). Dalam kajiannya pada konteks pembelajaran matematika dan sains disebutkan bahwa kreativitas melibatkan imajinasi, rasa ingin tahu, dan keberanian mencoba pendekatan berbeda sekaligus didukung oleh kemampuan analitis untuk menilai kelayakan ide. Pendekatan ini menegaskan bahwa kreativitas menggabungkan unsur *divergent thinking* (menghasilkan banyak ide) dan *convergent thinking* (menilai dan memformulasikan ide terpilih).

Berdasarkan ketiga pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan multidimensi yang mencakup (1) produksi banyak alternatif gagasan (*fluency*), (2) fleksibilitas berpikir dengan melihat masalah dari berbagai sudut, (3) kebaruan gagasan (*originality*), dan (4) kemampuan mengembangkan serta menilai gagasan sehingga menjadi solusi bernilai (*elaboration & evaluative thinking*). Secara praktis, kemampuan ini berfungsi sebagai alat pemecahan masalah yang dapat dan perlu dikembangkan melalui pembelajaran yang memberi ruang tugas terbuka, konteks nyata, dan latihan berpikir divergen-konvergen.

2.4.2 Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Banyak ahli mengemukakan bahwa kemampuan berpikir kreatif dapat diidentifikasi melalui sejumlah indikator yang relatif konsisten dalam penelitian pendidikan. Aspek-aspek seperti kemampuan menghasilkan banyak gagasan (*fluency*), kemampuan mengganti strategi atau pendekatan (*flexibility*), kemampuan menghasilkan gagasan yang baru atau berbeda (*originality*), dan kemampuan mengembangkan atau memperinci gagasan (*elaboration*) menjadi tolok ukur utama kemampuan berpikir kreatif. Lebih lanjut, menurut Munandar (dalam Qomariyah dan Subekti, 2021) indikator berpikir kreatif meliputi empat indikator, yaitu (1) Berpikir lancar (*fluency thinking*), ketercapaian indikator ini peserta didik dapat menemukan ide-ide jawaban untuk memecahkan masalah, (2) Berpikir luwes (*flexible thinking*), ketercapaian indikator ini peserta didik dapat memberikan solusi yang variatif (dari semua sudut), (3) Berpikir orisinal (*original thinking*), ketercapaian indikator ini peserta didik dapat menghasilkan jawaban yang unik (menggunakan bahasa atau kata-kata sendiri yang mudah dipahami), dan (4) Keterampilan mengelaborasi (*elaboration ability*), ketercapaian indikator ini peserta didik dapat memperluas suatu gagasan atau menguraikan secara rinci suatu jawaban.

Berdasarkan paparan di atas, penelitian ini menggunakan indikator kemampuan berpikir kreatif yang dikemukakan oleh Torrance, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Pemilihan indikator ini didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, model Torrance merupakan model yang paling banyak digunakan dalam penelitian kreativitas pendidikan dan telah teruji secara empiris lintas jenjang pendidikan. Kedua, keempat indikator tersebut secara komprehensif merepresentasikan proses berpikir divergen yang menjadi inti dari kreativitas. Ketiga, indikator Torrance sangat relevan dengan karakter pembelajaran berbasis proyek dan STEAM karena menuntut peserta didik menghasilkan banyak ide, menggunakan berbagai pendekatan, menciptakan solusi orisinal, serta mengembangkan ide menjadi produk nyata. Oleh karena itu, indikator Torrance dipandang paling sesuai untuk mengukur dampak penggunaan LKPD berbasis STEAM berbantuan AI Gemini terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Berikut adalah rubrik dari indikator berpikir kreatif yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3. Rubrik Indikator Berpikir Kreatif

Indikator	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1
<i>Fluency</i>	Menghasilkan ≥ 4 ide relevan	3 ide relevan	2 ide relevan	1 ide / tidak relevan
<i>Flexibility</i>	Menggunakan ≥ 3 pendekatan berbeda	2 pendekatan	1 pendekatan	Tidak bervariasi
<i>Originality</i>	Ide sangat unik dan jarang muncul	Ide cukup unik	Ide umum	Meniru
<i>Elaboration</i>	Uraian sangat rinci dan logis	Cukup rinci	Kurang rinci	Tidak dikembangkan

Sumber: Diadaptasi dari Abidin (2016)

2.4.3 Faktor yang Memengaruhi Berpikir Kreatif

Banyak ahli menyatakan bahwa terdapat faktor-internal yang sangat berpengaruh terhadap kemampuan seseorang untuk berpikir kreatif. Sebagai contoh, penelitian oleh Tamariska dkk. (2024) menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa dipengaruhi oleh motivasi internal, keinginan untuk mencoba hal baru, serta kesadaran diri. Selain itu, dalam kajian oleh Naziah & Maimunah (2024) ditemukan bahwa faktor internal seperti pemahaman materi, motivasi siswa, dan

keaktifan dalam mencari ide baru, merupakan bagian dari penyebab rendahnya kemampuan berpikir kreatif. Dengan demikian, kondisi psikologis, karakter pribadi, dan kesiapan mental individu muncul sebagai fondasi penting dalam proses berpikir kreatif.

Di samping faktor internal, para peneliti juga menekankan pentingnya faktor-eksternal (lingkungan) dalam mendukung atau menghambat berpikir kreatif. Sebagai contoh, studi oleh Ranggawuni dkk. (2014) menunjukkan bahwa lingkungan keluarga, cara orang tua mengasuh anak, dan interaksi sosial di rumah, turut memengaruhi kemampuan berpikir kreatif siswa. Dengan demikian, tidak hanya atribut dalam diri individu yang penting, tetapi juga bagaimana lingkungan (baik keluarga, sekolah, maupun budaya) menyediakan kondisi yang kondusif bagi munculnya dan berkembangnya gagasan baru. Kesimpulannya, kemampuan berpikir kreatif dipengaruhi oleh dua kelompok faktor utama: satu sisi adalah faktor internal yang berkaitan dengan karakter, motivasi, dan kesiapan psikologis individu; dan sisi lain adalah faktor eksternal yang terkait dengan lingkungan fisik, sosial, budaya dan proses pembelajaran yang mendukung. Oleh sebab itu, untuk mengembangkan atau meningkatkan berpikir kreatif pada individu, perlu perhatian simultan terhadap kedua aspek ini memperkuat kondisi internal individu sekaligus menciptakan lingkungan eksternal yang kondusif untuk berpikir kreatif.

2.5. Pendekatan STEAM

2.5.1 Pengertian Pendekatan STEAM

Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dalam konteks pendidikan merupakan suatu pendekatan yang menghubungkan lima disiplin ilmu tersebut secara holistik. STEAM bukan sekadar penjumlahan bidang sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara terpisah, melainkan fokus pada integrasi yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi melalui interaksi antar-disiplin (*science, technology, engineering, arts, mathematics*) (Yakman, 2018). Beberapa peneliti menyatakan bahwa STEAM muncul sebagai perluasan dari STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dengan

penambahan komponen “A” (*Arts*) agar pembelajaran tidak hanya berorientasi teknis tetapi juga kreatif dan humanis (Boice et al., 2024). Secara operasional, pengertian STEAM mencakup pembelajaran yang menggunakan proyek, pertanyaan atau tantangan nyata sebagai titik awal (*inquiry-based*) untuk menghubungkan konsep dari sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dengan dunia nyata. Dalam kerangka tersebut, seni (*Arts*) berfungsi bukan hanya sebagai pelengkap estetika, melainkan sebagai penggerak kreativitas, imajinasi, dan desain yang memfasilitasi pemahaman konsep sains dan teknologi secara lebih bermakna (Papadopoulou, 2024). Dengan demikian, STEAM memberikan ruang bagi siswa untuk berpikir lintas-disiplin, menggunakan pendekatan desain-rekayasa (*engineering design*), dan mengembangkan solusi yang bersifat kolaboratif serta reflektif.

Berdasarkan pengertian dan kerangka tersebut, dapat disimpulkan bahwa STEAM adalah suatu pendekatan pendidikan yang dirancang untuk mengatasi pembelajaran yang sifatnya fragmentaris antar-mata pelajaran dengan menciptakan pengalaman belajar yang integratif, kreatif, dan kontekstual. Pendekatan ini menekankan bahwa siswa tidak hanya memahami materi secara kognitif, tetapi juga mampu merancang, mencipta, dan menyampaikan hasil pembelajaran melalui elemen seni dan desain. Dengan demikian, STEAM menempati posisi strategis dalam pembelajaran abad ke-21 yang menuntut keterampilan berpikir kreatif, kolaboratif, dan lintas disiplin. Penelitian oleh Nurul Hidayah dkk. (2023) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih aktif dalam mengeksplorasi ide, memecahkan masalah, dan menghasilkan karya kreatif melalui kegiatan proyek terintegrasi.

2.5.2 Prinsip Pendekatan STEAM

Pendekatan STEAM ditandai oleh prinsip interdisipliner, yaitu pengintegrasian lintas disiplin ilmu sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara simultan dalam proses pembelajaran (Tsakeni, 2024). Hal ini ditegaskan oleh penelitian bahwa salah satu prinsip inti STEAM adalah *interdisciplinary integration* penghubungan dan kolaborasi antar bidang disiplin untuk memecahkan permasalahan nyata secara kreatif dan bermakna (Shih et al., 2025). Selain integrasi disiplin, suatu prinsip penting dari STEAM adalah *inquiry based and design thinking orientation*, yaitu pembelajaran yang berpusat pada siswa untuk mengeksplorasi, merancang, membuat dan merefleksikan solusi terhadap fenomena atau tantangan dunia nyata.

Studi oleh Tsakeni (2024) menyebut *design thinking, finding solutions for learning problems, creativity, and innovation* sebagai bagian dari prinsip desain dalam aktivitas STEAM. Dalam konteks Indonesia, penelitian oleh Laksmiwati et al. (2024) menunjukkan bahwa guru ahli menekankan dimensi *contextual problems* dan *integrated STEAM learning* sebagai prinsip agar STEAM benar-benar relevan dengan peserta didik. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa prinsip-prinsip pendekatan STEAM meliputi (1) integrasi antar disiplin ilmu (*interdisciplinary integration*), (2) orientasi pembelajaran berbasis eksplorasi, desain dan pembuatan (*inquiry based & design thinking*), (3) keterkaitan dengan masalah dan konteks nyata (*contextual & real world problem solving*), serta (4) pemberdayaan kreativitas, inovasi, dan pemikiran kritis sebagai hasil utama pembelajaran. Dengan menerapkan prinsip-prinsip tersebut secara konsisten, pendekatan STEAM berpotensi menghasilkan pengalaman pembelajaran yang holistik, relevan, dan transformatif bagi peserta didik.

2.5.3 Implementasi STEAM dalam Pembelajaran IPA

Implementasi pendekatan STEAM dalam pembelajaran (IPA) mengacu pada penyatuan kelima disiplin tersebut ke dalam aktivitas pembelajaran IPA sehingga konsep-konsep sains tidak diajarkan secara terpisah, melainkan dalam kerangka lintas disiplin yang kontekstual. Sebagai contoh, penelitian oleh Puspitaningtyas dkk. (2025) menunjukkan bahwa pendekatan STEAM meningkatkan kreativitas siswa melalui pengintegrasian unsur seni dalam pembelajaran sains. Dengan demikian, pembelajaran IPA yang mengintegrasikan STEAM memberikan peluang bagi siswa untuk tidak hanya memahami fenomena alam, tetapi juga mengaplikasikannya melalui teknologi, rekayasa, seni dan matematika secara terpadu. Dalam praktiknya, integrasi STEAM dalam pembelajaran IPA melibatkan desain pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) yang mengaitkan fenomena IPA dengan aktivitas teknis, rekayasa dan seni. Misalnya, penelitian oleh Khoiriya dkk. (2023) menunjukkan bahwa guru menggunakan pendekatan STEAM dalam kelas IPA dengan memanfaatkan alat sederhana dan kegiatan proyek sehingga siswa aktif bereksplorasi dan berkreasi.

Hal ini memperkuat bahwa integrasi STEAM bukan sekadar menambahkan elemen seni atau teknologi, tetapi menyusun kegiatan pembelajaran IPA yang memungkinkan siswa merancang, membuat, dan merefleksikan hasil karya melalui perpaduan sains, teknologi, rekayasa, seni dan matematika. Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa implementasi pendekatan STEAM dalam pembelajaran IPA melibatkan penyusunan kegiatan pembelajaran yang menggabungkan lima disiplin ilmu secara terpadu dan kontekstual dengan menekankan aktivitas siswa dalam merancang, membuat dan merefleksikan hasil pembelajaran. Penerapan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep IPA tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, kolaboratif, dan *problem solving*.

2.6. Pemanfaatan AI dalam Pendidikan

2.6.1 Pengertian dan Konsep AI

Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) diartikan dalam konteks Indonesia sebagai teknologi yang memungkinkan sebuah sistem atau mesin melakukan tugas-tugas yang secara tradisional diasosiasikan dengan kecerdasan manusia, seperti belajar, berpikir, mengambil keputusan, dan menyesuaikan diri dengan situasi baru. Sebagai contoh, dalam kajian nasional disebutkan bahwa AI adalah sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia (Lubis, 2021). Hal ini berarti bahwa AI bukan hanya otomatisasi sederhana, tetapi memiliki kemampuan adaptasi, pengambilan keputusan, dan pemrosesan data dalam skala yang meniru aspek-aspek kecerdasan manusia.

Secara operasional di ranah pendidikan Indonesia, AI diartikan sebagai kumpulan teknologi seperti pembelajaran mesin (*machine learning*), pemrosesan bahasa alami (*natural language processing*), dan sistem tutor cerdas yang mampu mempersonalisasi pembelajaran dan memberikan umpan balik *real time*.

Penelitian Imran dan Almusharraf (2024) menunjukkan bahwa penggunaan AI generatif dalam pembelajaran mampu mendukung personalisasi belajar, meningkatkan interaktivitas, dan membantu guru mengembangkan aktivitas pembelajaran yang lebih inovatif. Teknologi AI juga memberikan peluang bagi siswa untuk mengeksplorasi ide secara lebih luas dan kreatif. Oktavia dan Suseno (2024) menyebut bahwa AI memungkinkan analisis data siswa untuk mendeteksi kesulitan belajar dan memberi rekomendasi intervensi.

Dengan demikian, pengertian AI dalam konteks pendidikan mencakup dua aspek utama (1) kemampuan teknis algoritma, data, sistem dan (2) konteks aplikasi pengajaran, pembelajaran, evaluasi. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa dalam konteks Indonesia, AI adalah teknologi yang memadukan aspek algoritmik dan sistem-komputasional dengan aplikasi nyata dalam pembelajaran,

yang memungkinkan sistem untuk belajar, mengadaptasi dan mendukung proses belajar mengajar. Pengertian ini menegaskan bahwa bukan hanya aspek teknis semata yang menjadi inti AI, tetapi juga bagaimana aplikasi tersebut dirancang agar relevan dengan konteks pendidikan dan karakteristik peserta didik di Indonesia.

2.6.2 Jenis-jenis AI yang Digunakan di Bidang Pendidikan

Beberapa jenis atau kategori teknologi AI yang telah mulai digunakan di Indonesia. Salah satu jenis yang paling umum adalah sistem pembelajaran adaptif (*adaptive learning systems*) yang menggunakan algoritma untuk mengkustomisasi materi, kecepatan, dan gaya belajar siswa berdasarkan data sebelumnya (Widodo dkk., 2024). Jenis lainnya adalah *chatbot* dan asisten virtual yang dapat memberikan bantuan tanya jawab, umpan balik, atau panduan kepada siswa secara real-time (Abidin, 2023). Pemahaman terhadap jenis-jenis AI ini penting agar perancangan pembelajaran berbantuan AI di sekolah atau perguruan tinggi dapat tepat sasaran. Selanjutnya, jenis AI yang juga banyak diimplementasikan adalah analisis prediktif dan sistem rekomendasi dalam pendidikan. Dalam konteks sekolah atau perguruan tinggi di Indonesia, sistem ini dapat memproses data siswa seperti performa, aktivitas belajar, atau kehadiran untuk memprediksi risiko kesulitan belajar dan memberikan rekomendasi intervensi atau materi tambahan (Oktavia dan Suseno, 2024).

Selain itu, AI dalam bentuk pengolahan bahasa alami (*Natural Language Processing/ NLP*) juga mulai diaplikasikan, misalnya dalam aplikasi pembantu penulisan, penilaian otomatis tugas tertulis, atau chatbot yang mendukung komunikasi antara siswa-guru (Bukhori dkk., 2024). Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa jenis-jenis AI yang digunakan di bidang pendidikan di Indonesia mencakup (1) sistem pembelajaran adaptif dan personalisasi, (2) chatbot/asisten virtual dan NLP, (3) analisis prediktif dan sistem rekomendasi, serta (4) simulasi/VR/AR berbasis AI. Setiap jenis mempunyai karakteristik, manfaat, dan tantangan tersendiri. Oleh karena itu, dalam penelitian atau

pengembangan pembelajaran seperti pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik berbantuan AI ini penting untuk memilih jenis AI yang paling sesuai dengan konteks sekolah, kesiapan guru dan teknologi, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

2.6.3 Pemanfaatan AI Gemini dalam Pembelajaran IPA Materi Energi

Pemanfaatan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam pendidikan Indonesia menunjukkan tren perkembangan yang semakin pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama untuk mendukung proses pembelajaran dan pengembangan bahan ajar. AI dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran melalui otomatisasi tugas perencanaan, pemberian rekomendasi materi, serta dukungan personalisasi pembelajaran (Waita dkk., 2025). Meskipun studi yang secara spesifik membahas pemanfaatan AI Gemini dalam pembelajaran SD masih sangat terbatas, ada sejumlah penelitian nasional yang menegaskan bahwa AI *generatif* seperti ChatGPT berkontribusi dalam mendorong kreativitas berpikir, menyediakan umpan balik secara cepat, serta membuka akses informasi secara personal dan kontekstual di lingkungan pembelajaran (Siregar dkk., 2024).

Dalam konteks pembelajaran IPA materi perubahan bentuk energi, AI Gemini diposisikan sebagai alat bantu perancangan LKPD berbasis STEAM yang digunakan oleh guru atau peneliti, bukan digunakan langsung oleh peserta didik. Peran ini sejalan dengan fungsi AI dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas penyusunan bahan ajar serta membantu guru mengembangkan konten yang lebih adaptif dan kreatif (Syahputra dkk., 2025). Adapun bentuk pemanfaatan AI Gemini dalam pengembangan LKPD mencakup beberapa aktivitas. Pertama, AI Gemini membantu merancang ide proyek pembelajaran berbasis STEAM, misalnya skenario *Solar Car Project* sebagai konteks belajar perubahan energi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Kedua, AI Gemini dapat membantu menyusun skenario masalah kontekstual yang dapat merangsang pemikiran kritis peserta didik karena AI menyediakan inspirasi pertanyaan atau tantangan yang

bersifat realistik bagi siswa. Ketiga, AI Gemini digunakan untuk menyusun urutan kegiatan pembelajaran STEAM yang mengintegrasikan *science*, *technology*, *engineering*, *arts*, dan *mathematics* secara runtut dan saling berkaitan.

Selain itu, AI Gemini juga berpotensi untuk membantu dalam penyusunan rubrik penilaian kemampuan berpikir kreatif, bahkan membantu memberikan alternatif deskripsi kriteria penilaian yang sesuai dengan indikator kreativitas siswa, sehingga memudahkan guru dalam mengukur hasil proyek peserta didik secara sistematis. Pemanfaatan jenis AI seperti ini sejalan dengan gambaran umum bahwa AI dapat mempercepat dan memudahkan proses pembelajaran serta membantu penyediaan materi yang lebih sesuai kebutuhan pembelajar (Aini dkk., 2024). Meskipun AI menunjukkan berbagai manfaat dalam konteks pembelajaran dan pengembangan perangkat ajar, ada tantangan yang perlu diperhatikan seperti kesiapan infrastruktur teknologi dan literasi digital guru agar penggunaan AI tetap efektif serta etis (Waita dkk., 2025). Dengan demikian, pemanfaatan AI Gemini dalam penelitian ini diposisikan sebagai alat bantu perancangan pembelajaran yang mendukung guru dan peneliti dalam mengembangkan LKPD IPA berbasis STEAM, khususnya pada materi perubahan bentuk energi, sehingga diharapkan menghasilkan produk yang lebih kontekstual, efisien, dan kreatif serta tetap berada di bawah kendali pedagogis guru.

2.7. AI Gemini

2.7.1 Pengertian AI Gemini

AI Gemini merupakan model kecerdasan buatan generatif (*generative artificial intelligence*) yang dikembangkan oleh *Google DeepMind* dan telah banyak dibahas di Indonesia sebagai salah satu inovasi AI terbaru yang dapat memahami dan menghasilkan berbagai bentuk data secara multimodal, seperti teks, gambar, audio, dan video. Dalam konteks pendidikan, AI Gemini dipahami sebagai sistem yang memiliki kemampuan memahami konteks pertanyaan, memberikan respon adaptif, serta membantu proses berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Penelitian

oleh Aprilia dkk . (2024) menyatakan bahwa AI Gemini merupakan bentuk kecerdasan buatan generatif yang dapat digunakan guru untuk mendukung penyusunan perangkat ajar secara lebih efisien dan adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran. Dengan demikian, AI Gemini bukan hanya alat bantu digital, tetapi juga platform pembelajaran kolaboratif yang mengintegrasikan kecerdasan mesin dengan kemampuan berpikir manusia. Secara operasional, AI Gemini dapat diartikan sebagai sistem AI multimodal yang memiliki kemampuan *reasoning* (penalaran), *understanding* (pemahaman), dan *responsiveness* (ketanggapan) yang tinggi terhadap konteks percakapan atau permintaan pengguna. Dalam penelitian oleh Oka dkk. (2025) disebutkan bahwa AI Gemini sebagai chatbot pembelajaran memiliki keunggulan dibandingkan AI sebelumnya karena dapat memahami konteks instruksional guru, menghasilkan konten pembelajaran, serta menyesuaikan gaya bahasa dan kesulitan materi sesuai kebutuhan peserta didik calon guru. Pengertian AI Gemini tidak hanya sebatas pada sistem tanya jawab otomatis, tetapi juga sistem pembelajaran adaptif yang dapat mempersonalisasi pengalaman belajar berdasarkan data interaksi pengguna.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa AI Gemini merupakan bentuk kecerdasan buatan generatif multimodal yang mampu memahami, memproses, dan menghasilkan informasi secara kontekstual, adaptif, dan kolaboratif dalam berbagai aspek pendidikan. Dengan kata lain, AI Gemini tidak hanya menjadi alat bantu, tetapi juga *co-creator* dalam proses pembelajaran berbasis kecerdasan buatan di era pendidikan digital.

2.7.2 Fungsi AI Gemini

Fungsi AI Gemini dalam konteks pembelajaran dapat dipahami sebagai peran strategis alat kecerdasan buatan generatif yang mendukung proses pembelajaran melalui otomatisasi, personalisasi, dan kolaborasi. Dalam kajiannya, Imran & Almusharraf (2024) menegaskan bahwa AI Gemini sebagai multimodal generative AI tool berfungsi untuk memproses berbagai input seperti teks, gambar, audio, dan video sekaligus menghasilkan respon atau konten yang

relevan dengan konteks pendidikan. Fungsi dasar ini menjangkau lebih dari sekadar memberikan jawaban; ia juga dapat memfasilitasi aktivitas kreatif peserta didik, mendukung guru dalam perancangan pembelajaran, dan mempercepat feedback dalam proses belajar-mengajar. Komponen fungsi AI Gemini mencakup (1) personalisasi pembelajaran, yaitu kemampuan menyesuaikan materi dan gaya penyampaian berdasarkan kebutuhan pengguna, (2) automasi dan efisiensi, yang memungkinkan guru maupun siswa untuk menyusun perangkat ajar maupun tugas dengan lebih cepat, dan (3) interaktivitas multimodal, memungkinkan penggunaan kombinasi media (gambar, video, audio) untuk mendukung pemahaman konsep. Sebagai contoh, penelitian Supriyadi & Pahmi (2024) menemukan bahwa siswa memuji kemampuan AI Gemini untuk memberikan *contextually adaptive responses* serta membantu dalam model analisis data kompleks yang sebelumnya sulit dilakukan. Ketiga komponen ini yakni personalisasi, efisiensi, dan multimodalitas merupakan ciri penting fungsi AI Gemini yang relevan dalam pembelajaran abad ke-21. Berdasarkan pandangan para ahli dan hasil kajian empiris, dapat disimpulkan bahwa fungsi AI Gemini dalam pembelajaran mencakup integrasi personalisasi pembelajaran, automasi perangkat ajar, dan multimodalitas konten yang bersifat adaptif.

2.7.3 Keunggulan AI Gemini dalam Pembelajaran

Keunggulan AI Gemini dalam pembelajaran dapat dipahami sebagai karakteristik khusus yang membedakan alat kecerdasan buatan generatif ini dari teknologi pembelajaran konvensional, terutama dalam memberikan dukungan adaptif, multimodal, dan real-time terhadap proses belajar-mengajar. Sebagai contoh, dalam kajian literatur disebutkan bahwa AI Gemini memiliki kemampuan untuk menyediakan konten pembelajaran yang personal dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik serta guru (Imran & Almusharraf, 2024). Keunggulan ini menempatkan AI Gemini bukan hanya sebagai alat bantu, melainkan sebagai mitra pembelajaran yang mampu memperkaya pengalaman belajar secara kreatif dan interaktif. Keunggulan utama AI Gemini mencakup tiga dimensi (1) Personalisasi Pembelajaran (kemampuan mengadaptasi materi, gaya

penyampaian, dan kecepatan sesuai karakteristik siswa), (2) Multimodalitas dan Kreasi Konten (menyediakan teks, gambar, audio, video, atau simulasi interaktif dalam satu platform), (3) Efisiensi dan Otomasi Guru (membantu guru dalam menyusun modul, soal, atau perangkat pembelajaran dengan cepat sehingga fokus guru dapat lebih ke aspek pedagogis).

Kajian nasional menunjukkan bahwa penggunaan AI Gemini membantu guru dalam menyusun perangkat ajar seperti modul, materi ajar, dan soal secara efisien (Aprilia dkk., 2024) serta bahwa siswa melihat Gemini sebagai alat bantu yang efektif dalam proses penulisan akademik (Anandaa & Salmiah, 2024).

Komponen-komponen inilah yang ditawarkan oleh AI Gemini dengan keunggulan yang relevan dalam konteks pembelajaran modern.

Berdasarkan pandangan para ahli dan hasil kajian empiris, dapat disimpulkan bahwa keunggulan AI Gemini dalam pembelajaran terletak pada personalisasi, multimodalitas, dan efisiensi dalam proses pembelajaran dan penyusunan perangkat ajar. Meskipun penelitian tentang penggunaan AI Gemini secara spesifik untuk pengembangan LKPD di sekolah dasar masih terbatas, beberapa penelitian menunjukkan bahwa AI Gemini efektif digunakan sebagai asisten penyusunan bahan ajar, modul, dan perangkat pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini memposisikan AI Gemini sebagai alat bantu desain LKPD berbasis STEAM, yang sekaligus menjadi unsur kebaruan penelitian.

2.8. Penelitian Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. Penelitian Relevan

No	Peneliti, Tahun, & Judul	Hasil Utama	Relevansi
1	Wulandari dkk. (2024) Pengembangan LKPD Model Project Based Learning (PjBL) Berbasis STEAM pada	LKPD yang dikembangkan dinyatakan sangat valid (materi 97,72%; bahasa 93,75%; kegrafikan	Memberikan dasar metodologis pengembangan LKPD berbasis STEAM menggunakan model

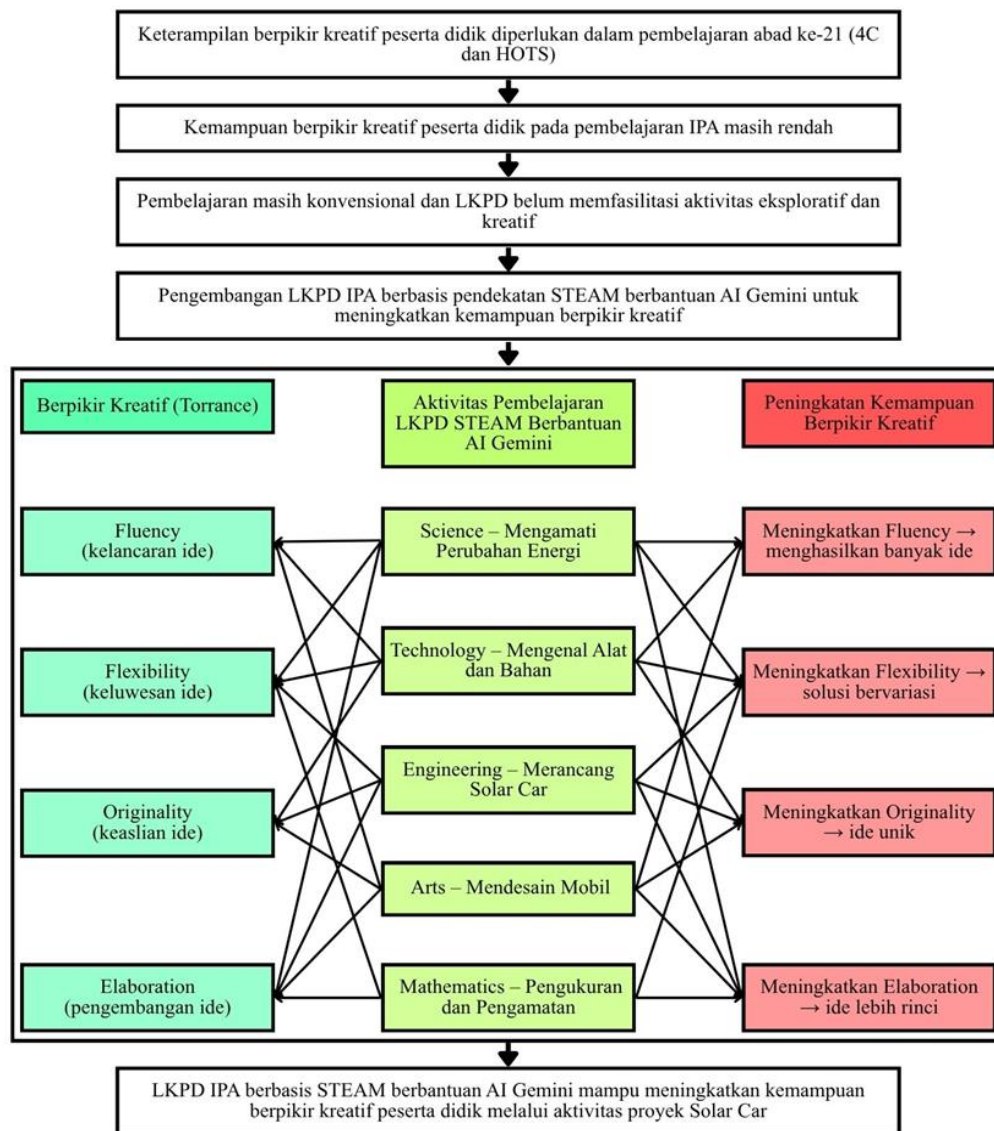
No	Peneliti, Tahun, & Judul	Hasil Utama	Relevansi
	Mata Pelajaran IPAS Siswa Kelas IV SDN 37 Rejang Lebong	93,75%) dan layak digunakan. Terbukti meningkatkan keterlibatan dan berpikir kreatif siswa.	ADDIE, yang bisa diterapkan untuk LKPD IPA materi perubahan bentuk energi berbantuan AI Gemini.
2	Hasibuan dkk. (2023) Pengaruh Penggunaan LKPD Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMAN 1 Tukka	Nilai berpikir kreatif meningkat signifikan ($p = 0,002 < 0,05$). Indikator tertinggi pada berpikir lancar (93,57 %) dan berpikir luwes (83,8 %).	Memberikan bukti empiris bahwa LKPD berbasis STEAM meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, mendukung tujuan penelitian.
3	Humaira dan Zulyusri (2025) Meta-Analisis: Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Terintegrasi STEAM	LKPD berbasis STEAM memiliki praktikalitas tinggi (82–93%) di berbagai jenjang (SD–SMA). Pendekatan STEAM terbukti meningkatkan berpikir kritis, kreatif, dan HOTS siswa.	Menguatkan bahwa pendekatan STEAM efektif dan fleksibel diterapkan di LKPD IPA materi perubahan bentuk energi, terutama untuk mengasah kreativitas siswa.
4	Puspitaningtyas dkk. (2025) Systematic Literature Review: Implementasi Pendekatan STEAM dalam Pengembangan Kreativitas Peserta Didik	STEAM meningkatkan kreativitas melalui integrasi <i>Engineering Design Process (EDP)</i> dan <i>real-world problem solving</i> ; menumbuhkan <i>fluency</i> , <i>flexibility</i> , dan <i>originality</i> berpikir.	Memberi dasar teoritis bahwa unsur kreativitas (berpikir lancar, luwes, orisinal) dapat diintegrasikan dalam desain LKPD IPA berbasis STEAM dan AI Gemini.
5	Khoiriya dkk. (2023) Penerapan Pendekatan STEAM dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa SD Anak Saleh Malang	Hasil belajar meningkat signifikan, KKM naik dari 71,42% → 89,28%; STEAM efektif meningkatkan berpikir kritis dan literasi sains.	Relevan karena menunjukkan bahwa STEAM efektif diterapkan dalam pembelajaran IPA di SD, sesuai konteks LKPD IPA materi perubahan bentuk energi yang dikembangkan.
6	Maulida dan Yulianti (2025) e-LKPD Berbasis Project Based Learning	Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-LKPD yang dikembangkan berada	Relevansi penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan peneliti adalah sama-sama

No	Peneliti, Tahun, & Judul	Hasil Utama	Relevansi
	Berpendekatan STEM Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Literasi Sains	pada kategori sangat layak dan memiliki tingkat keterbacaan sangat baik.	mengembangkan LKPD berbasis STEM dan sama-sama menggunakan model pengembangan ADDIE.
7	Atina, Herlina, & Abdurrahman (2025) <i>Teachers' Perception toward e-LKPD STEM-EDP to Improve System Thinking Skills and Creative Problem Solving Skills</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar guru telah mengenal pendekatan STEM, sebagian besar belum menggunakan e-LKPD berbasis STEM-EDP dalam pembelajaran.	Relevansi penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan peneliti adalah sama-sama berfokus pada pengembangan e-LKPD berbasis STEM pada tema energi, serta sama-sama menargetkan penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi (<i>kreatif/problem solving</i>).
8	Dwi Yulianti, Apri Wahyudi, Roy Kembar Habibi, dkk. (2025) <i>Development of STEAM-PjBL Based IPAS LKPD to Improve Students' Science Literacy</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEAM-PjBL dinyatakan valid, praktis, dan efektif meningkatkan literasi sains peserta didik SD.	Relevansi penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah sama-sama mengembangkan LKPD berbasis STEAM pada pembelajaran IPAS/IPA sekolah dasar.
9	M. Nazali Romadhon Hafid, Abdurrahman, Dwi Yulianti (2025) <i>Meningkatkan Kemampuan Komputasi Siswa dengan Model Pembelajaran Berbasis STEAM-PjBL</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis STEAM dapat meningkatkan kemampuan komputasi dan kreativitas peserta didik.	Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena Relevan karena menggunakan pendekatan STEAM dalam LKPD untuk meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik.
10	Abdurrahman & Dwi Yulianti (2022) <i>Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEAM dalam Pembelajaran IPA SD</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan STEAM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan pemecahan masalah peserta didik.	Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena penelitian ini menggunakan pendekatan STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Penelitian ini juga sama-sama menggunakan model pengembangan ADDIE.

2.9. Kerangka Pikir

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah dasar memiliki peran penting dalam menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah dan kreativitas peserta didik melalui kegiatan observasi, eksperimen, serta penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Namun, dalam praktiknya, pembelajaran IPA masih sering berorientasi pada penyampaian konsep secara teoritis dan aktivitas yang bersifat hafalan. Kondisi ini menyebabkan peserta didik belum mendapatkan kesempatan optimal untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, yang menjadi salah satu kompetensi utama dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan bahan ajar inovatif yang dapat menstimulasi peserta didik untuk berpikir kreatif, kritis, dan kolaboratif dalam memecahkan masalah nyata yang relevan dengan kehidupan mereka. Salah satu pendekatan yang sesuai dengan kebutuhan tersebut adalah pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*). Pendekatan ini menekankan integrasi lintas disiplin ilmu dan mendorong siswa mengaitkan konsep sains dengan teknologi, seni, serta rekayasa melalui proses desain dan eksplorasi kreatif. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dapat berperan strategis sebagai media pembelajaran yang memandu siswa untuk berpikir dan bertindak secara ilmiah serta kreatif. Pengembangan LKPD berbasis STEAM berbantuan AI Gemini memungkinkan siswa berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, mulai dari memahami perubahan bentuk energi, merancang model atau proyek sederhana, hingga merefleksikan hasil melalui bantuan kecerdasan buatan. AI Gemini berfungsi sebagai asisten digital yang membantu guru dan siswa dalam memperoleh informasi, mengembangkan ide, serta memberikan umpan balik adaptif selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, pengembangan LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini diyakini mampu menciptakan pembelajaran yang lebih inovatif, interaktif, dan kontekstual, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik melalui kegiatan yang menantang dan bermakna. Berdasarkan uraian tersebut, maka kerangka pikir penelitian ini dapat

digambarkan dalam Gambar 1, yang menunjukkan hubungan antara pembelajaran IPA, pendekatan STEAM, bantuan AI Gemini, dan peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.



Gambar 1. Diagram Kerangka Pikir.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SDN 1 Kebon Jeruk, Jalan Adi Sucipto No. 61, Kecamatan Tanjung Karang Timur, Kota Bandar Lampung. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian dijadwalkan berlangsung pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

3.2. Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1. Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek-subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2018). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IV SDN 1 Kebon Jeruk Bandar Lampung pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Total populasi berjumlah 53 peserta didik yang terbagi ke dalam dua kelas paralel.

3.2.2. Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Total Sampling* (Sampling Jenuh), di mana seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian. Arikunto (2002) mengemukakan bahwa jika jumlah subjek kurang dari 100, sebaiknya seluruh subjek diambil sebagai sampel, sehingga penelitian tersebut termasuk dalam kategori penelitian populasi. Hal ini dikarenakan jumlah populasi yang relatif kecil dan peneliti ingin melihat dampak penggunaan LKPD secara menyeluruh pada jenjang kelas tersebut.

Sampel dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

- a. kelas eksperimen (Kelas IVa) berjumlah 27 siswa. Kelas ini akan mengikuti pembelajaran menggunakan LKPD IPA berbasis STEAM berbantuan AI Gemini;
- b. kelas kontrol (Kelas IVb) berjumlah 26 siswa. Kelas ini akan mengikuti pembelajaran menggunakan LKPD atau metode konvensional yang biasa digunakan di sekolah.

Tabel 5. Distribusi Sampel Penelitian Kelas IV

No	Kelas	Kelompok	Total Siswa
1	Iva	Eksperimen	27
2	IVb	Kontrol	26
Total			53

3.3. Variabel Penelitian

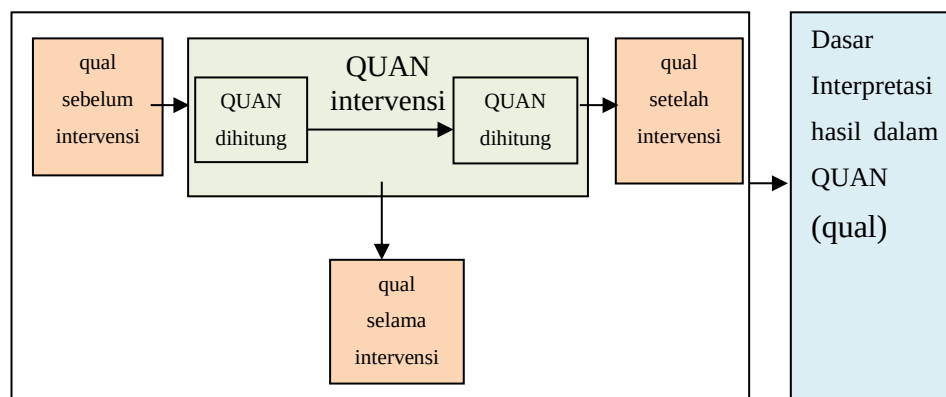
Variabel pada penelitian ini ada dua, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2018). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah LKPD berbasis STEAM yang dibantu oleh AI Gemini, sementara variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2018). Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

3.4. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain DDR (Design and Development Research) karena bertujuan untuk mengembangkan produk. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed methods* yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif dalam satu studi untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap suatu permasalahan (Creswell & Plano Clark, 2018).

Sugiyono (2014) juga menyatakan bahwa metode penelitian kombinasi adalah suatu metode penelitian yang mengkombinasikan atau menggabungkan antara metode kuantitatif dan kualitatif untuk digunakan secara bersama-sama dalam suatu kegiatan penelitian, sehingga diperoleh data yang lebih komprehensif, valid, reliabel, dan obyektif. Dalam pelaksanaannya metode kualitatif dan kuantitatif yang digunakan tersebut dapat digunakan secara bergantian.

Dalam pendekatan tersebut digunakan *Embedded Experimental Design* yang menggabungkan pengumpulan data kualitatif dan kuantitatif secara simultan, dengan satu jenis data mendukung analisis terhadap jenis data lainnya (Creswell, 2018). Dalam penelitian ini prioritas pengumpulan data kuantitatif sebagai data primer (QUAN), dan menggunakan data kualitatif (qual) sebagai data sekunder untuk mendukung dan memberikan data tambahan pada data primer.



Gambar 2. *Embedded Experimental Design* (Creswell & Plano Clark, 2018).

Pada gambar 2 pengumpulan data kualitatif sebelum intervensi (*Qual* sebelum *intervensi*) meliputi wawancara dengan guru dan observasi awal yang berfungsi sebagai dasar untuk merancang intervensi yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa dan mengetahui kondisi awal pembelajaran. Kemudian data kualitatif selama intervensi (*Qual* selama *intervensi*) didapatkan dari observasi ketika pembelajaran dan perilaku siswa selama *intervensi* sehingga memberikan wawasan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi hasil eksperimen. Setelah

eksperimen selesai, dilakukan pengumpulan data kualitatif lagi (*Qual* setelah *Intervensi*) melalui wawancara reflektif dengan siswa dan guru beserta angket. Data kuantitatif (*QUAN*) didapatkan dari *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kreatif pada peserta didik. Dasar Interpretasi hasil dalam *QUAN* (*qual*) dengan cara menggabungkan hasil kuantitatif dan kualitatif. Untuk mengembangkan dan mengevaluasi LKPD IPA berbasis STEAM peneliti menggunakan model pengembangan Design and Development Research (DDR). Menurut Richey dan Klein (2007), DDR didefinisikan sebagai kajian sistematis mengenai perancangan, pengembangan, dan evaluasi program, proses, serta produk pembelajaran yang harus memenuhi kriteria konsistensi internal dan efektivitas.

3.5. Prosedur Penelitian Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan dalam penelitian ini berdasarkan pada konsep DDR yang dikemukakan oleh Richey dan Klein (2007) yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan perangkat pembelajaran. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai kebutuhan sebagai dasar dalam pengembangan produk. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

a. Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan melalui kegiatan observasi dan wawancara di SD Negeri 1 Kebon Jeruk untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dalam pembelajaran IPA, khususnya pada materi perubahan bentuk energi. Analisis ini difokuskan pada kondisi pembelajaran, penggunaan bahan ajar, serta kemampuan berpikir kreatif peserta didik sehingga diperoleh gambaran mengenai permasalahan yang menjadi dasar pengembangan LKPD.

b. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan guru dan peserta didik terhadap bahan ajar yang mendukung pembelajaran IPA. Analisis ini dilakukan melalui wawancara dengan guru dan studi dokumen mengenai bahan ajar yang selama ini digunakan sehingga diperoleh informasi mengenai karakteristik LKPD yang dibutuhkan.

c. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan dengan mengkaji Kurikulum Merdeka pada mata pelajaran IPAS Fase B kelas IV. Analisis meliputi elemen pembelajaran, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), materi pokok, serta indikator yang akan dijadikan dasar dalam penyusunan LKPD berbasis STEAM.

d. Analisis Pemanfaatan AI Gemini

Analisis ini bertujuan menentukan bentuk pemanfaatan AI Gemini sebagai asisten dalam proses pengembangan LKPD. AI Gemini digunakan untuk membantu penyusunan ide proyek, penyusunan aktivitas pembelajaran berbasis STEAM, penyusunan ilustrasi, serta penyusunan rubrik penilaian kemampuan berpikir kreatif.

2. Tahap Desain dan Pengembangan (*Design & Development*)

Tahap desain dan pengembangan dilakukan dengan cara menyusun kerangka seperti merancang struktur LKPD yang mencakup sintaks STEAM (*Discovery, Design, Connection, Create, Evaluation*).

a. Penyusunan Draf Produk

Peneliti menyusun draf awal LKPD berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan analisis kurikulum. LKPD dirancang dengan mengintegrasikan pendekatan STEAM pada materi perubahan bentuk energi serta memanfaatkan AI Gemini sebagai pendukung dalam penyusunan isi, aktivitas proyek, ilustrasi, dan penyajian materi.

b. Penyusunan Instrumen Penelitian

Pada tahap ini disusun seluruh instrumen penelitian yang meliputi lembar validasi ahli materi, ahli media, ahli bahasa, angket kepraktisan guru, angket kepraktisan peserta didik, pedoman wawancara, lembar observasi, serta instrumen tes kemampuan berpikir kreatif.

c. Uji Instrumen

Instrumen penelitian yang telah disusun selanjutnya diuji terlebih dahulu untuk mengetahui kualitasnya sebelum digunakan dalam penelitian. Uji instrumen meliputi:

- 1) Uji validitas butir soal;
- 2) Uji reliabilitas instrumen;
- 3) Uji tingkat kesukaran soal; dan
- 4) Uji daya pembeda soal.

Hasil uji instrumen digunakan sebagai dasar dalam menentukan kelayakan instrumen penelitian.

d. Validasi ahli

Produk LKPD yang telah disusun divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa untuk mengetahui tingkat kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan tampilan produk. Masukan dari validator digunakan sebagai dasar perbaikan produk.

e. Uji Kepraktisan

Produk hasil revisi kemudian diujicobakan secara terbatas kepada guru dan peserta didik untuk mengetahui tingkat kepraktisan penggunaan LKPD dalam pembelajaran. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan, kemenarikan, dan kebermanfaatan produk.

f. Revisi Produk

Produk direvisi berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh para validator sehingga diperoleh produk yang lebih baik dan layak untuk diuji coba.

3. Tahap *Evaluation*

Tahap evaluasi bertujuan untuk mengetahui efektivitas LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Evaluasi dilakukan melalui implementasi produk pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, kemudian hasil pembelajaran dianalisis menggunakan beberapa teknik analisis data. Adapun langkah-langkah pada tahap evaluasi adalah sebagai berikut.

a. Pelaksanaan *Pretest*

Pretest diberikan kepada peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kreatif sebelum pembelajaran dilaksanakan.

b. Implementasi Produk

LKPD berbasis STEAM berbantuan AI Gemini diterapkan pada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran yang biasa diterapkan oleh guru.

c. Pelaksanaan *Posttest*

Setelah proses pembelajaran selesai, peserta didik diberikan posttest untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif setelah memperoleh perlakuan.

d. Analisis Data

Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

- 1) Deskripsi data *pretest* dan *posttest*.
- 2) Uji normalitas.
- 3) Uji homogenitas.
- 4) Analisis N-Gain
- 5) Uji *Independent Sample t-Test*
- 6) Uji Linearitas
- 7) Uji Homogenitas Kemiringan Regresi (*Homogeneity of Regression Slopes*)

8) Uji *Analysis of Covariance* (ANCOVA)

9) Uji *Effect Size*

Berikut adalah tahapan penyusunan LKPD menurut Prastowo (Pawestri & Zulfiati, 2020) terdapat empat langkah dalam menyusun LKPD diantaranya, yaitu melakukan analisis kurikulum, menyusun peta kebutuhan LKPD, menentukan judul LKPD, penulisan LKPD. Prosedur pengembangan produk LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik terdapat tiga tahapan penelitian DDR, yaitu *analysis, design & development, implementation & evaluation*. Tahapan DDR yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 6. Tahapan DDR

Tahap DDR	Kegiatan	Output
Analysis	Analisis masalah	Teridentifikasinya permasalahan pembelajaran IPA, penggunaan LKPD, dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.
	Analisis kebutuhan	Diperolehnya informasi mengenai kebutuhan guru dan peserta didik terhadap LKPD yang akan dikembangkan.
	Analisis kurikulum	Diperolehnya kesesuaian CP, TP, materi, dan indikator pembelajaran sebagai dasar pengembangan produk.
	Analisis pemanfaatan AI Gemini	Ditetapkannya peran AI Gemini sebagai asisten dalam penyusunan ide proyek, aktivitas STEAM, ilustrasi, dan rubrik penilaian.
Design & Development	Penyusunan draf produk	Tersusunnya <i>prototype</i> LKPD IPA berbasis pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini.
	Penyusunan instrumen penelitian	Tersusunnya instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket kepraktisan, pedoman wawancara, lembar observasi, dan soal tes.
	Uji instrumen	Diperolehnya instrumen penelitian yang valid dan reliabel berdasarkan uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.
	Validasi ahli	Diperolehnya masukan dan penilaian dari ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa mengenai kelayakan produk.
	Revisi produk	Tersusunnya produk hasil revisi berdasarkan saran validator sehingga layak untuk diujicobakan.
	Uji kepraktisan	Diperolehnya informasi mengenai tingkat kepraktisan LKPD berdasarkan penilaian guru dan peserta didik.
Evaluation	Pelaksanaan <i>pretest</i>	Diperolehnya data kemampuan awal berpikir kreatif peserta didik.
	Implementasi produk	LKPD diterapkan pada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.
	Pelaksanaan <i>posttest</i>	Diperolehnya data kemampuan akhir berpikir kreatif peserta didik.

Tahap DDR	Kegiatan	Output
	Analisis data	Diperolehnya informasi mengenai efektivitas produk melalui analisis deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, analisis N-Gain, uji <i>Independent Sample t-Test</i> , uji linearitas, uji <i>Homogeneity of Regression Slopes</i> , uji ANCOVA, dan uji <i>Effect Size</i> .

3.6. Definisi Konseptual dan Operasional Variabel

3.6.1 Definisi Konseptual

a. Kemampuan Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif merupakan salah satu kemampuan kognitif tingkat tinggi. Menurut Runco dan Jaeger (2023) berpikir kreatif adalah proses mental yang melibatkan kemampuan untuk menghasilkan karya yang baru (orisinal, tidak terduga) dan sesuai (berguna, adaptif terkait batasan tugas). Torrance (1988) yang mengidentifikasi empat komponen utama berpikir kreatif, yaitu kelancaran (*fluency*), fleksibilitas (*flexibility*), orisinalitas (*originality*), dan elaborasi (*elaboration*).

b. LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini

Lembar Kegiatan Peserta Didik atau yang disingkat dengan LKPD adalah salah satu bagian dari perangkat pembelajaran. Dalam proses pembelajaran dibutuhkan LKPD sebagai komponen penting yang dikembangkan oleh guru untuk peserta didik. Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) adalah pendekatan pembelajaran integratif yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, kritis, dan kolaboratif melalui kegiatan berbasis proyek. LKPD terintegrasi STEAM bertujuan agar peserta didik dapat menguasai keterampilan Abad-21 kemudian dipadukan dengan teknologi AI Gemini sebagai asisten dalam merancang ide proyek, konteks masalah, dan instrumen penilaian.

3.6.2 Definisi Operasional

a. Kemampuan Berpikir Kreatif

Kemampuan berpikir kreatif dalam penelitian ini diukur berdasarkan empat indikator menurut Torrance, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Pengukuran dilakukan melalui lembar observasi dan analisis hasil tugas proyek peserta didik pada materi perubahan bentuk energi.

b. LKPD dengan pendekatan STEAM

Penyusunan LKPD IPA dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan mengacu pada model pengembangan DDR. LKPD ini dirancang untuk menstimulasi kemampuan berpikir kreatif melalui integrasi lima unsur STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics*) dalam pembelajaran IPA materi perubahan bentuk energi. LKPD terintegrasi STEAM bertujuan agar peserta didik dapat menguasai keterampilan Abad-21 kemudian dipadukan dengan teknologi AI Gemini sebagai asisten dalam merancang ide proyek, konteks masalah, dan instrumen penilaian.

3.7. Teknik Pengumpulan Data

3.7.1 Teknik Tes

Salah satu teknik yang sering digunakan dalam pengumpulan data adalah tes. Tes merupakan alat ukur yang digunakan untuk menilai kemampuan, pengetahuan, keterampilan, atau sikap individu terhadap suatu objek tertentu. Melalui tes, peneliti dapat memperoleh data yang bersifat objektif, terukur, dan dapat dibandingkan antarindividu atau kelompok. Teknik tes digunakan untuk mencari data mengenai hasil belajar peserta didik. Sugiyono (2018) menjelaskan bahwa teknik tes adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan menilai seberapa baik seseorang menguasai materi pembelajaran, keterampilan, atau kemampuan

lainnya yang relevan dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini diberikan tes kepada peserta didik yaitu tes dalam bentuk *essay* untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*).

3.7.2 Teknik Nontes

Teknik nontes digunakan untuk mengumpulkan data kualitatif atau data yang lebih mendalam terkait dengan kondisi, perilaku, persepsi, atau pengalaman subjek penelitian.

a. Observasi

Teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung perilaku atau kejadian yang terjadi saat pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan produk pengembangan belajar LKPD.

b. Dokumentasi

Penerapan teknik dokumentasi dalam penelitian ini tidak sekadar berfungsi sebagai media pengambilan bukti visual melalui foto kegiatan. Lebih dari itu, dokumentasi digunakan secara sistematis untuk menghimpun data pendukung yang bersifat administratif maupun akademik, mencakup profil instansi SD Negeri 1 Kebon Jeruk, Bandar Lampung, data demografis jumlah peserta didik, hingga rekaman nilai hasil belajar siswa. Pengumpulan dokumen-dokumen resmi ini bertujuan untuk melengkapi serta memperkuat akurasi data yang diperoleh dari instansi terkait selama proses penelitian.

c. Wawancara

Wawancara adalah proses pengumpulan data yang dilakukan dengan cara berbicara langsung antara peneliti dan responden untuk menggali informasi lebih dalam mengenai kondisi awal pembelajaran, penggunaan bahan ajar, dan kebutuhan guru terhadap LKPD sebelum pengembangan produk.

d. Angket

Peneliti menggunakan instrumen angket untuk menghimpun data evaluasi dari berbagai pihak terkait pengembangan produk. Angket tersebut difungsikan sebagai alat penilaian untuk memperoleh data validasi dari para ahli yang mencakup aspek materi, media, dan bahasa. Selain itu, angket juga digunakan untuk menjaring respon dari pendidik maupun peserta didik mengenai penggunaan LKPD IPA dengan pendekatan STEAM yang berbantuan AI Gemini. Pengambilan data respon ini dilakukan guna meninjau efektivitas produk dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, baik sebelum maupun sesudah proses pembelajaran dilaksanakan.

3.8. Kisi-kisi Instrumen Penelitian

3.8.1 Teknik Tes

Teknik tes yang digunakan adalah tes *essay* dalam bentuk *pretest* dan *posttest*. Pemberian soal ini diberikan kepada peserta didik kelas IV SD Negeri 1 Kebon Jeruk. Instrumen penelitian ini digunakan untuk menilai dan mengukur kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Tabel 7. Kisi-kisi *Pretest* dan *Posttest*

Indikator Berpikir Kreatif	Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi Pokok	Indikator Soal	Bentuk Soal	Nomor Soal
<i>Fluency</i> (Kelancaran)	Peserta didik mampu menyebutkan berbagai contoh perubahan bentuk energi dalam kehidupan sehari-hari	Perubahan bentuk energi	Menyebutkan minimal 4 contoh perubahan energi yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari	<i>Essay</i>	1
<i>Flexibility</i> (Keluwesanan)	Peserta didik mampu menjelaskan berbagai cara pemanfaatan energi alternatif	Energi alternatif	Menjelaskan minimal 2 cara berbeda memanfaatkan energi matahari	<i>Essay</i>	2

Indikator Berpikir Kreatif	Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi Pokok	Indikator Soal	Bentuk Soal	Nomor Soal
			dalam kehidupan sehari-hari		
<i>Originality</i> (Keaslian)	Peserta didik mampu menghasilkan ide atau rancangan alat sederhana berbasis perubahan energi	Proyek perubahan energi	Merancang ide alat sederhana yang memanfaatkan perubahan energi dan berbeda dari contoh yang biasa diberikan	<i>Essay</i>	3
<i>Elaboration</i> (Elaborasi)	Peserta didik mampu menguraikan secara rinci cara kerja alat perubahan energi	Cara kerja alat energi	Menjelaskan secara rinci langkah kerja alat perubahan energi yang dirancang	<i>Essay</i>	4

3.8.2 Teknik Nontes

a. Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli

Lembar validasi ahli ini bertujuan untuk mengukur kevalidan LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa kelas IV. Validasi dilakukan oleh tiga jenis ahli, yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Kisi-kisi instrumen untuk validasi LKPD ini akan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 8. Kisi-kisi Instrumen Lembar Penilaian Ahli Materi

No	Aspek yang Dinilai	Indikator Spesifik Materi & STEAM	Banyak Item
1	Kelayakan Isi	Kesesuaian materi perubahan bentuk energi dengan Capaian Pembelajaran (CP) Fase C. Keakuratan fakta dan konsep fisika dalam proses konversi energi pada proyek <i>Solar Car</i> .	1 1
2	Aspek STEAM	Integrasi unsur <i>Science</i> (konsep energi) dan <i>Technology</i> (peran AI Gemini dalam desain).	1

No	Aspek yang Dinilai	Indikator Spesifik Materi & STEAM	Banyak Item
3	Kemampuan Berpikir Kreatif	Penerapan <i>Engineering</i> (rancang bangun prototipe) dan <i>Mathematics</i> (perhitungan matematis proyek).	1
		Penonjolan unsur <i>Arts</i> dalam desain visual dan kreativitas bentuk produk luaran siswa	1
		Kesesuaian tugas untuk memicu aspek <i>Fluency</i> (kelancaran memunculkan ide energi alternatif)	1
		Stimulasi aspek <i>Flexibility</i> dan <i>Originality</i> dalam memecahkan masalah krisis energi.	1
		Adanya panduan <i>Elaboration</i> untuk merinci langkah-langkah pembuatan proyek secara detail.	1
4	Penyajian (Berbantuan AI)	Kejelasan petunjuk penggunaan AI Gemini sebagai asisten riset dan ide bagi siswa.	1
		Keruntutan langkah kerja (sintaks) STEAM dalam LKPD yang dikembangkan	1
Jumlah			10

Tabel 9. Kisi-kisi Instrumen Lembar Penilaian Ahli Media

No	Aspek yang Dinilai	Indikator	Banyak Item
1	Tampilan (Kegrafikan)	Tulisan	3
		Gambar	3
		Penampilan bahan ajar	2
2	Bagian Isi	Urutan penyajian informasi pada LKPD logis dan runtut	1
		Panduan penggunaan dalam LKPD mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar	1
		3	Kepraktisan
LKPD bermanfaat bagi guru dan siswa	1		
Tersedia ruang cukup bagi siswa untuk menulis jawaban	1		
Terdapat aktivitas atau latihan yang mendukung pemahaman materi	1		
Jumlah			14

Tabel 10. Kisi-kisi Instrumen Lembar Penilaian Ahli Bahasa

No	Aspek yang Dinilai	Indikator	Banyak Item
1	Kejelasan Bahasa	Ketepatan struktur kalimat	1
		Keefektifan kalimat	1
		Pilihan kata	1

No	Aspek yang Dinilai	Indikator	Banyak Item
2	Komunikatif	Keterbacaan pesan	1
		Ketepatan penggunaan kaidah bahasa	1
		Kalimat dalam bahan ajar mudah dipahami	1
3	Tulisan	Huruf yang digunakan jelas	1
		Kalimat yang digunakan sesuai PUEBI	1
		Ukuran huruf dan gambar sesuai	1
		Keruntutan dan keterpaduan anak paragraf	1
4	Penggunaan istilah, simbol atau ikon	Kebakuan istilah	1
		Konsistensi penggunaan istilah	1
		Konsistensi penggunaan simbol atau ikon	1
Jumlah			13

b. Kisi-kisi Lembar Praktikalitas

Untuk menilai tingkat kepraktisan penggunaan LKPD IPA dengan Pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini dalam kegiatan pembelajaran, dilakukan pengumpulan data melalui lembar praktikalitas. Lembar ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana LKPD dapat diterapkan secara efektif di kelas, baik dari segi kemudahan penggunaan oleh guru maupun siswa, keterlibatan siswa dalam kegiatan, serta efektivitas waktu dan media yang digunakan. Umpan balik yang diperoleh dari lembar praktikalitas akan menjadi bahan penting untuk penyempurnaan dan peningkatan kualitas LKPD yang dikembangkan. Lembar praktikalitas penelitian pengembangan ini berupa angket dari praktisi (guru) dan tanggapan siswa terhadap penggunaan LKPD. Lembar praktikalitas menggunakan skala likert yang terdiri dari empat kriteria, yaitu skor 1 dengan kriteria tidak praktis, skor 2 dengan kriteria kurang praktis, skor 3 dengan kriteria praktis, dan skor 4 dengan kriteria sangat praktis. Berikut kisi-kisi instrumen untuk mengetahui kepraktisan pada tabel 11.

Tabel 11. Kisi-kisi Praktikalitas oleh Praktisi (Guru)

No	Aspek yang dinilai	Banyak Item
1	Kemenarikan	5
2	Kemudahan	3
3	Kebermanfaatan	3

Tabel 12. Kisi-kisi Praktikalitas oleh Siswa

No	Aspek yang dinilai	Banyak Item
1	Kemenarikan	5
2	Kemudahan	3
3	Kebermanfaatan	3

Teknik dokumentasi merujuk pada proses pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengakses dan menganalisis dokumen yang sudah ada, baik itu berupa catatan tertulis, foto, rekaman audio, video, arsip, maupun data lain yang relevan dengan penelitian seperti data jumlah peserta didik, nilai hasil belajar, dan hal-hal yang berkaitan dengan proses pembelajaran.

3.9. Uji Prasyarat Instrumen

3.9.1 Uji Validitas

Menurut Sugiyono (2017) uji validitas merupakan derajat ketepatan antara data yang terjadi pada objek penelitian dengan data yang dapat dilaporkan oleh peneliti. Tujuan uji validitas ini adalah untuk menguji keabsahan instrumen penelitian yang hendak disebarkan. Begitu juga dengan pendapat Arikunto (2013) validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Suatu instrumen yang valid atau sah mempunyai validitas tinggi. Sebaliknya, instrumen yang kurang valid berarti memiliki validitas rendah. Teknik yang akan digunakan adalah teknik korelasi melalui koefisien korelasi product moment. Dalam penelitian ini menggunakan rumus korelasi *product moment*.

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

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien antara variabel X dan Y

N = Jumlah sampel

ΣX = Jumlah skor item

ΣY = Jumlah skor total

Jika hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan r_{tabel} dengan $\alpha = 0,05$.

Kriteria pengambilan keputusan, yaitu Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka dinyatakan valid.

Sedangkan jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka dinyatakan tidak valid (Muncarno, 2017).

Klasifikasi validitas tersaji dalam Tabel 13.

Tabel 13. Klasifikasi Validitas

Klasifikasi Validitas	Kategori
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,79	Tinggi
0,40 – 0,59	Sedang
0,20 – 0,39	Rendah
0,00 – 0,19	Sangat Rendah

Sumber: Muncarno (2017)

3.9.2 Uji Reliabilitas

Reliabilitas menunjuk pada satu pengertian bahwa sesuatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut sudah baik. Instrumen yang baik tidak akan bersifat tendensius mengarahkan responden untuk memilih jawaban-jawaban tertentu. Reliabilitas menunjuk pada tingkat keterandalan sesuatu. Reliabel artinya dapat dipercaya, jadi dapat diandalkan (Arikunto, 2013). Merujuk pada pendapat Sugiyono (2018), reliabilitas berkaitan dengan konsistensi atau ketepatan hasil tes; suatu instrumen dikatakan reliabel apabila hasil pengukurannya tetap konsisten meskipun digunakan berulang kali pada objek yang sama. Untuk pengujian reliabilitas peneliti menggunakan metode *Cronbach's Alpha* :

$$r_{11} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i}{\sigma_{total}} \right]$$

Keterangan:

- r_{11} = Koefisien reliabilitas
 n = Banyaknya butir pertanyaan
 σ_{total} = Varian total
 $\sum \sigma_i$ = Varians skor tiap-tiap butir

Berikut adalah klasifikasi reliabilitas tersaji dalam Tabel 14.

Tabel 14. Klasifikasi Reliabilitas

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

Sumber : Arikunto (2013)

3.9.3 Uji Daya Pembeda

Butir soal evaluasi hasil belajar yang baik, selain harus mempunyai tingkat kesukaran yang sesuai dengan tingkat hasil belajar yang akan diukur, juga harus mempunyai daya pembeda yang mampu membedakan peserta pelatihan pandai dan yang tidak pandai secara memadai. Guna mendapatkan butir-butir soal yang baik tersebut, telah dilakukan penelitian untuk menentukan tingkat kesukaran dan daya pembeda dari butir-butir soal ujian. Penelitian ini mengikuti prosedur yang dikembangkan oleh Bagiyono (2017). Adapun formula yang digunakan untuk menghitung indeks daya pembeda adalah sebagai berikut:

- Menghitung jumlah skor total tiap peserta didik
- Memperincikan skor total mulai dari skor terbesar sampai dengan skor terkecil
- Menetapkan kelompok atas dan kelompok bawah
- Menghitung rata-rata skor untuk masing-masing kelompok (kelompok atas maupun kelompok bawah)
- Menghitung daya pembeda soal dengan rumus:

$$DP \frac{XKA - XKB}{\text{skor maksimal}}$$

- f. Membandingkan daya pembeda dengan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Klasifikasi Daya Beda

Besarnya Nilai	Kategori
> 0,40	Sangat Baik
0,30 – 0,39	Baik
0,20 – 0,29	Cukup, soal perlu perbaikan
< 0,19	Kurang baik, soal harus dibuang

Sumber : Bagiyono (2017)

3.9.4 Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran soal mengacu pada seberapa sulit atau mudah soal yang diberikan kepada peserta tes. Hal ini dapat diukur berdasarkan persentase peserta yang dapat menjawab soal dengan benar. Jika banyak peserta yang menjawab benar, maka soal tersebut tergolong mudah, sedangkan jika hanya sedikit peserta yang menjawab benar, soal tersebut dianggap sulit. Analisis tingkat kesukaran pada uji kelompok kecil menggunakan langkah-langkah yang dikemukakan oleh Bagiyono (2017). Berikut langkah-langkah dalam menganalisis tingkat kesukaran soal :

- a. Menghitung rata-rata skor untuk tiap butir soal dengan rumus:

$$Rata - rata = \frac{\text{Jumlah skor peserta didik tiap soal}}{\text{Jumlah peserta didik}}$$

- b. Menghitung tingkat kesukaran dengan rumus:

$$TK = \frac{\text{rata - rata}}{\text{skor maksimal setiap soal}}$$

- c. Membandingkan tingkat kesukaran dengan kriteria dapat dilihat di tabel 16.

Tabel 16. Klasifikasi Tingkat Kesukaran

Indeks kesukaran butir soal	Kategori
0-0,30	Sukar
0,31-0,70	Sedang
0,71-1,00	Mudah

Sumber : Bagiyono (2017)

3.10. Teknik Analisis Data

Menurut Sugiyono (2018), teknis analisis data merujuk pada metode atau prosedur yang digunakan untuk mengolah, menganalisis, dan menginterpretasikan data yang telah dikumpulkan dalam sebuah penelitian.

3.10.1 Teknik Analisis Data Studi Pendahuluan

Teknik analisis data studi pendahuluan merupakan tahap awal dalam proses penelitian yang bertujuan untuk memahami gambaran umum tentang masalah yang akan diteliti. Pada tahap ini, data yang dikumpulkan digunakan untuk memberikan gambaran awal atau gambaran kasar mengenai permasalahan yang sedang diselidiki. Teknik analisis data yang digunakan dalam studi pendahuluan biasanya bersifat deskriptif dan eksploratif, dengan fokus pada pemahaman konteks, pengenalan variabel yang relevan, serta identifikasi pola atau hubungan yang mungkin ada. Data analisis kebutuhan dituangkan dalam bentuk deskripsi dari hasil observasi.

3.10.2 Teknik Analisis Data Pengembangan

Teknik analisis data pengembangan mengacu pada teknik yang digunakan dalam penelitian untuk menganalisis data yang dikumpulkan selama tahap pengembangan suatu produk, program, atau sistem. Tujuan dari analisis data pengembangan adalah untuk mengevaluasi efektivitas, efisiensi, dan keberhasilan implementasi suatu produk atau intervensi, serta untuk meningkatkan atau menyempurnakan produk atau sistem tersebut berdasarkan temuan yang

ada. Teknik analisis data ini berupa validasi produk dari ahli dan uji produk.

Validitas produk diisi oleh ahli dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- a. Mengklasifikasi atau mengkode data
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan respon ahli
- c. Memberi skor jawaban berdasarkan skala likert.

Tabel 17. Kisi-kisi Pratikalitas oleh Siswa

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat layak	4
2	Layak	3
3	Kurang layak	2
4	Tidak layak	1

Sumber: Yanto (2019)

- d. Validitas isi merupakan validitas yang diperoleh dari masing-masing validator melalui instrumen validasi produk berupa lembar kerja peserta didik dan soal untuk komponen dari butir-butir penilaian yang ada dalam instrumen validasi tersebut kemudian dihitung skor rata-rata dari setiap komponen dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan:

$\bar{X}$: rata-rata skor

$\sum X$: Jumlah skor yang diberi validator

N : Jumlah butir soal

Menurut Suhardi (2012), validitas isi (*content validity*) adalah sejauh mana sebuah instrumen pengukuran (misalnya, kuesioner, tes, atau alat ukur lainnya) mencakup semua aspek atau dimensi yang relevan dari konsep yang sedang diukur. Validitas ini mengacu pada apakah item-item yang ada dalam instrumen penelitian benar-benar mewakili seluruh aspek yang seharusnya diukur sesuai dengan tujuan penelitian. Jadi, instrumen dianggap memiliki validitas isi yang baik jika seluruh

elemen yang terkait dengan konstruk atau variabel yang ingin diukur sudah tercakup dengan lengkap. Analisis kevalidan LKPD ini diperoleh dari skala yang diisi validator, kemudian dianalisis menggunakan:

Rumus persentase Tingkat kevalidan adalah sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Kevalidan (\%)} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Nilai yang diperoleh kemudian diklasifikasikan validitasnya. Pengklasifikasian validitas isi instrumen didasarkan pada tabel berikut.

Tabel 18. Klasifikasi Validitas Isi Instrumen

Indeks kesukaran butir soal	Kategori
$V > 0,8 - 1$	Sangat Valid
$V > 0,6 - 0,799$	Valid
$V > 0,4 - 0,599$	Cukup Valid
$V > 0,2 - 0,399$	Kurang Valid
$V \leq 0,2$	Tidak Valid

Sumber: Suhardi (2022)

3.10.3. Teknik Analisis Data Uji Lapangan

a. Analisis Kepraktisan LKPD

Analisis tingkat kepraktisan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) merujuk pada evaluasi yang dilakukan untuk menilai sejauh mana LKPD yang digunakan dalam proses pembelajaran dapat diterapkan dengan efektif dan efisien oleh guru dan siswa. Kepraktisan LKPD mencakup berbagai aspek, mulai dari kemudahan penggunaan, keterjangkauan waktu, dan kejelasan instruksi, hingga sejauh mana LKPD mendukung tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Untuk setiap komponen butir evaluasi, perolehan nilai dihitung untuk mendapatkan skor rata-rata pada masing-masing indikator kepraktisan dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan:

$\bar{X}$: skor rata-rata

$\sum X$: Jumlah Skor yang diberikan validator

N : Jumlah butir

Rumus persentase tingkat kevalidan adalah sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Kevalidan (\%)} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Setelah didapatkan perolehan nilai selanjutnya diklasifikasikan validitasnya berdasarkan tabel berikut.

Tabel 19. Kriteria Hasil Uji Praktikalitas

Indeks kesukaran butir soal	Kategori
81% - 100%	Sangat praktis
61% - 80%	Praktis
41% - 60%	Cukup praktis
21% - 40%	Kurang praktis
0% - 20%	Tidak praktis

Sumber: Yanto (2019)

b. Analisis Efektivitas produk

Analisis efektivitas dapat dilakukan untuk menilai apakah produk tersebut efektif dalam mendukung tujuan pembelajaran dan meningkatkan hasil belajar siswa.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan sebagai langkah awal untuk menentukan metode analisis statistik yang sesuai. Dalam penelitian ini, pengujian normalitas data dilakukan dengan menggunakan teknik statistik *Shapiro-Wilk* pada tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ atau $\alpha = 0,05$. Jika kelas penelitian memiliki data *pretest* dan *posttest* yang berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji homogenitas variansi.

2) Uji Homogenitas

Salah satu jenis metode yang digunakan adalah uji *One Way ANOVA* dengan menggunakan aplikasi SPSS dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05. Uji homogenitas ini digunakan untuk mengetahui bahwa dua atau lebih kelompok dari data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama. Berikut dasar pengambilan keputusannya :

- a) Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas $< 0,05$, maka dapat dikatakan bahwa varian tidak sama.
- b) Jika nilai signifikan atau nilai probabilitas $\geq 0,05$, maka dapat dikatakan bahwa varian sama.

3) Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *Independent Sample T-Test* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis ini dilakukan terhadap hasil posttest pada kedua kelompok yang tidak saling berhubungan. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan data memenuhi asumsi statistik parametrik.

Pengujian *Independent Sample T-Test* dilakukan menggunakan bantuan program SPSS versi 25 dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Dasar pengambilan keputusan pada uji ini adalah sebagai berikut.

- a) Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) $< 0,05$, maka terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- b) Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) $> 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Rumus uji *Independent Sample T-Test* sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Keterangan:

- $\bar{X}_1$ = rata-rata kelompok 1
 $\bar{X}_2$ = rata-rata kelompok 2
 S^2 = varians kelompok
 n_1 = jumlah sampel kelompok 1
 n_2 = jumlah sampel kelompok 2

3.10.4. Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* adalah metode yang efektif untuk mengukur peningkatan yang dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran atau intervensi. Dengan menghitung selisih antara skor *pretest* dan *posttest*, serta membandingkannya dengan skor maksimum, *N-Gain*.

Adapun formula untuk menghitung nilai *N-Gain* menurut Hake adalah sebagai berikut:

$$N_{Gain} = \frac{\text{skor tes akhir (posttest)} - \text{skor tes awal (pretest)}}{\text{skor maksimal} - \text{skor tes awal}}$$

Tabel 20. Kategori *N-Gain* Ternormalisasi

Nilai <i>Gain</i> Ternormalisasi	Interpretasi
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi penurunan
$g = 0,00$	Tetap
$0,00 \leq g < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi

Sumber: Sundayana (2018)

3.10.5. Uji ANCOVA (*Analysis of Covariance*)

Pengujian hipotesis mengenai efektivitas penggunaan LKPD IPA berbasis pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik dilakukan dengan menggunakan teknik statistik parametrik *Analysis of Covariance* (ANCOVA) satu jalur (*One-Way ANCOVA*). Teknik ini digunakan karena penelitian melibatkan variabel kontrol berupa kemampuan awal (*pretest*) peserta didik yang bertindak sebagai kovariat (X), variabel bebas berupa jenis perlakuan/kelas (M), dan variabel terikat berupa skor kemampuan berpikir kreatif akhir (*posttest*) peserta didik (Y).

Meskipun penelitian ini menggunakan metode sampling jenuh (total sampling) yang melibatkan seluruh anggota populasi sebanyak 53 peserta didik kelas IV, pengujian statistik ANCOVA tetap dilakukan untuk mengontrol variasi kemampuan awal peserta didik secara ketat. Hal ini bertujuan agar perbedaan skor akhir (*posttest*) kemampuan berpikir kreatif benar-benar murni merupakan efek dari intervensi LKPD yang dikembangkan, bukan karena bias kemampuan awal peserta didik.

1. Model Persamaan ANCOVA

Secara matematis, model linear general untuk pengujian ANCOVA satu jalur dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Skor *posttest* kemampuan berpikir kreatif peserta didik ke- j pada kelompok perlakuan ke- i .
- μ = Rata-rata skor umum dari variabel terikat (*grand mean*).
- α_i = Efek dari perlakuan jenis kelas ke- i (Kelas Eksperimen atau Kelas Kontrol).
- β = Koefisien kemiringan (*slope*) garis regresi variabel terikat (Y) atas kovariat (X).
- X_{ij} = Skor *pretest* (kovariat) peserta didik ke- j pada kelompok perlakuan ke- i .
- $\bar{X}$ = Rata-rata keseluruhan skor *pretest* (kovariat).

ϵ_{ij} = Pengaruh galat/error eksperimen pada peserta didik ke- j dalam kelompok ke- i .

2. Uji Prasyarat Analisis ANCOVA

Sebelum dilakukan uji hipotesis utama ANCOVA, data penelitian wajib memenuhi beberapa uji prasyarat statistik parametrik sebagai berikut:

- **Uji Normalitas Residual:** Menguji apakah nilai *residual* (selisih antara nilai prediksi model ANCOVA dengan data aktual) berdistribusi normal menggunakan uji *Shapiro-Wilk* atau *Kolmogorov-Smirnov*. Data dinyatakan normal jika nilai signifikansi (Sig.) $> 0,05$.
- **Uji Homogenitas Varians (*Levene's Test*):** Menguji apakah varians data skor *posttest* kemampuan berpikir kreatif bersifat setara atau homogen antar-kelompok kelas. Kriteria pemenuhan asumsi ditunjukkan oleh nilai signifikansi (Sig.) $> 0,05$ pada tabel *Levene's Test*.
- **Uji Linearitas Kovariat terhadap Variabel Terikat:** Memastikan hubungan antara kovariat (*pretest*) dan variabel terikat (*posttest*) membentuk hubungan garis lurus (linear). Hubungan dinyatakan linear apabila nilai signifikansi (Sig.) pada baris *Linearity* $< 0,05$ atau pada baris *Deviation from Linearity* $> 0,05$.
- **Uji Homogenitas Kemiringan Regresi (*Homogeneity of Regression Slopes*):** Merupakan uji prasyarat paling krusial untuk ANCOVA yang bertujuan memastikan bahwa arah atau kemiringan garis regresi hubungan antara *pretest* dan *posttest* bersifat sejajar (paralel) di kedua kelompok kelas. Pengujian dilakukan dengan melihat interaksi efek antara variabel Kelas dengan *Pretest*. Asumsi homogenitas regresi terpenuhi jika nilai signifikansi (Sig.) pada baris interaksi tersebut $> 0,05$, yang berarti tidak terdapat interaksi yang signifikan antara perlakuan dengan kemampuan awal peserta didik.

3. Pengambilan Keputusan Hipotesis dan Ukuran Efek (*Effect Size*)

Setelah seluruh uji prasyarat statistik di atas terpenuhi, pengujian hipotesis utama dilakukan melalui *F-test* pada tabel *Tests of Between-Subjects Effects*. Kriteria

pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi (Sig.) pada baris variabel Kelas:

- Jika nilai Sig. < 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan kemampuan berpikir kreatif peserta didik yang signifikan antara kelas yang menggunakan LKPD IPA berbasis STEAM berbantuan AI Gemini dengan kelas yang menggunakan bahan ajar konvensional setelah mengontrol kemampuan awal (*pretest*).
- Jika nilai Sig. $\geq 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Selanjutnya, untuk mengukur kekuatan atau kontribusi murni dari produk LKPD yang dikembangkan secara praktis di lapangan, peneliti melakukan analisis ukuran efek (*effect size*) dengan merujuk pada nilai *Partial Eta Squared* (η_p^2) yang terdapat pada model ANCOVA. Nilai *Partial Eta Squared* dikonversikan ke dalam bentuk persentase, di mana kriteria nilai $\geq 0,14$ dikategorikan memiliki pengaruh yang sangat besar (*large effect size*).

3.10.6. Uji *effect size*

Effect size dapat dilihat dari hasil ANCOVA. Uji *effect size* dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh LKPD terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik. *Effect size* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{S_{pooled}}$$

dengan

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_t - 1)s_t^2 + (n_c - 1)s_c^2}{n_t + n_c}}$$

Keterangan:

- d : *Effect Size*
 $\bar{x}$: *mean*
 s_t : standar deviasi *posttest*
 s_c : standar deviasi *pretest*

Hasil perhitungan *effect size* dikategorikan dalam tabel berikut.

Tabel 21. Interpretasi Hasil Analisis Effect Size

Skor	Kategori
0 – 0,20	Efek sangat lemah
0,21 – 0,50	Efek lemah
0,51 – 1,00	Efek sedang
> 1,00	Efek kuat

Sumber: Fauzi dkk. (2022)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid. Hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa memperoleh rata-rata persentase sebesar 94,2% dengan kategori sangat valid, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran.
2. LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini memenuhi kriteria sangat praktis. Hasil uji kepraktisan yang melibatkan guru dan peserta didik memperoleh rata-rata persentase sebesar 89,15% dengan kategori sangat praktis, sehingga LKPD mudah digunakan, dipahami, dan mendukung pelaksanaan pembelajaran.
3. LKPD IPA materi perubahan bentuk energi dengan pendekatan STEAM berbantuan AI Gemini terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Hal tersebut dibuktikan melalui hasil uji ANCOVA yang menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($<0,05$) serta nilai *Effect Size* sebesar 1,168 yang termasuk kategori sangat kuat. Dengan demikian, LKPD yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

5.2. Saran

Berdasarkan temuan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyampaikan beberapa saran kepada pihak-pihak terkait sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

Diharapkan peserta didik dapat terus membiasakan diri untuk belajar secara aktif melalui kegiatan bereksplorasi dan berkreasi menggunakan LKPD berbasis proyek, serta tidak ragu untuk memanfaatkan teknologi digital secara bijak guna memperluas wawasan ilmiah.

2. Bagi Pendidik

Guru disarankan untuk meningkatkan literasi teknologi, khususnya dalam pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) seperti Gemini, sebagai asisten dalam merancang perangkat ajar yang inovatif agar beban administratif berkurang dan kualitas instruksional di kelas meningkat.

3. Bagi Sekolah

Pihak sekolah hendaknya terus mendukung iklim pembelajaran inovatif dengan menyediakan fasilitas laboratorium sederhana, alat bahan proyek STEAM, serta akses internet yang stabil guna menunjang implementasi pembelajaran berbasis teknologi.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya

Diharapkan peneliti lain dapat mengembangkan penelitian serupa pada materi yang lebih luas atau jenjang kelas yang berbeda. Selain itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi metode pendampingan langsung bagi siswa dalam berinteraksi dengan AI guna melihat dampak literasi AI terhadap kemandirian belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., & Yulianti, D. (2022). Pengembangan bahan ajar berbasis STEAM dalam pembelajaran IPA SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(2), 115–124.
- Abidin, M. A. (2023). Implementasi teknologi artificial intelligence (AI) untuk mendukung pembelajaran siswa di Madrasah Ibtidaiyah Kecamatan Krembung Sidoarjo. *Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, 2(1), 88-95.
- Aini, R. P., Yulianti, Y., Febriyanto, B., & Safira, R. F. (2024, November). Meretas Paradigma Baru: Artificial Intelligence (AI) Dalam Pembelajaran IPA Di Sekolah Dasar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 6, pp. 91-104).
- Ananda, D. R., & Salmiah, M. (2024). Students' perception on AI technology: Gemini as a writing assistant tool. *Linguistics and ELT Journal*, 12(1), 46-54.
- Aprilia, L. R., Istifarah, A. L., & Prayitno, S. (2024, November). efektivitas penggunaan gemini ai dalam menyusun perangkat ajar bagi guru. *Prosiding Seminar SeNTIK*, 8(1), 257-260.
- Aprilia, N., Widodo, A., & Lestari, D. (2024). Pemanfaatan Gemini AI dalam pengembangan perangkat pembelajaran abad 21. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(1), 45–56.
- Arikunto, S. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Atina, A., Kartini Herlina, & Abdurrahman. (2025). Teachers' Perception toward e-LKPD STEM-EDP to Improve System Thinking Skills and Creative Problem Solving Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 800–808. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.9491>
- Bagiyono, B. (2017). Analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda butir soal ujian pelatihan radiografi tingkat 1. *Widyanuklida*, 16(1). 1-12.
- Boice, K. L., Alemdar, M., Jackson, J. R., Kessler, T. C., Choi, J., Grossman, S., & Usselman, M. (2024, May). Exploring teachers' understanding and implementation of STEAM: one size does not fit all. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1401191). Frontiers Media SA.

- Bukhori, M. W., Giyaatsusshidqi, M., Agustina, N., & Huda, Y. S. (2024). Implementasi penggunaan AI dalam proses pembelajaran mahasiswa teknologi pendidikan angkatan 2023. *J. Pendidik. Transform*, 3(02), 50-55.
- Carin, A. A., & Sund, R. B. (1993). *Teaching Science Through Discovery* (8th ed.). New York: Merrill.
- Creswell, W. J. (2013). *Research Design Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Elisa, D. T., Juliana, J., Bundel, B., Bumbun, M., Silvester, S., & Purnasari, P. D. (2023). Analisis Karakteristik Hakikat Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pedagogik Pendidikan Dasar*, 10(1), 37-44.
- Fatimaturradhu, M. R., & Siregar, L. N. K. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Kreativitas Materi Sifat-Sifat Bangun Datar: Development of Student Worksheets Based on Creativity on the Material of the Properties of Planar Shapes. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(03), 1716-1725.
- Fatmawati, B., Jannah, B. M., & Sasmita, M. (2022). Students' Creative Thinking Ability Through Creative Problem Solving Based Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2090-2094.
- Fauzi, A., Rahmatih, A. N., & Haryati, L. F. (2022). Analisis Efektivitas Model Pembelajaran Blended Learning Ditinjau dari Hasil Belajar Geometri Mahasiswa Guru Sekolah Dasar. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, 5(1), 43–52.
- George Siemens. 2005. Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Hafild, M. N. R., Abdurahman, & Yulianti, D. (2025). Meningkatkan kemampuan komputasi siswa dengan model pembelajaran berbasis STEAM-PJBL. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1), 422–432.
- Haka, N. B., Wijaya, E., & Salsabila, A. S. (2025). The Effectiveness of the STEAM Approach in Elementary Education: A Systematic Literature Review. *STEAM Journal For Elementary School Education*, 1(02), 78-98.
- Hairani, G. R., & Setiawan, H. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbentuk Cerita Bergambar. *Journal of Classroom Action Research*, 4(1), 142-148.
- Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12* (4th ed.). London: SAGE Publications.
- Hasanah, U., & Siregar, L. N. K. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis keterampilan materi operasi hitung perjumlahan dan

- pengurangan. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(2), 692-699.
- Hidayah, N., Putri, A., & Ramadhan, F. (2023). Pengaruh pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 8(2), 101–110.
- Humaira, A., & Zulyusri, Z. (2025). meta-analisis: pengembangan lembar kerja peserta didik terintegrasi science, technology, engineering, arts, and mathematics untuk peserta didik fase f. *PeTeKa*, 8(2), 602-609.
- Imran, M., & Almusharraf, N. (2024). Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology. *Smart Learning Environments*, 11(1), 11-22.
- Iramahdewi, Widodo, M., Maulina, D., & Suyanto, E. (2025). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING (PBL) DI SEKOLAH DASAR PADA MATERI MENULIS KALIMAT AKSARA LAMPUNG. *J-Simbol: Jurnal Magister Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 13(1), 327-335.
- Imran, M., & Almusharraf, N. (2024). Generative artificial intelligence in education: Opportunities and challenges of multimodal learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(14), 1–18.
- Khoiri, A. (2019). Meta analysis study: Effect of STEM (science technology engineering and mathematic) towards achievement. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(1).
- Khoiriya, R. M., Oktariato, M. L., & Rohmiati, D. P. (2023). Penerapan Pendekatan Steam Dalam Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Literasi Sains Siswa Kelas IV SD Anak Saleh Malang. *JTIEE (Journal of Teaching in Elementary Education)*, 7(2), 142-147.
- Laksmiwati, P. A., Lavicza, Z., & Cahyono, A. N. (2024). Empowering STEAM Learning Implementation through Investigating Indonesian Teacher Experts' Views with a Delphi Method. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 214-229.
- Lev Vygotsky. 1978. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lubis, M. S. Y. (2021, August). Implementasi artificial intelligence pada system manufaktur terpadu. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, 4(1), 1-7.

- Maulida, A., & Yulianti, D. (2025). e-LKPD Berbasis Project Based Learning Berpendekatan STEM Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Literasi Sains. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, 9(2), 92-100.
- Molenda, M. 2003. In search of the elusive ADDIE model. *Performance improvement*, 42(5), 34-37.
- Mulyadi, E., Yusuf, Y., & Yuliawati, L (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP pada Materi Relasi dan Fungsi. *Jurnal Theorems (The Original Reasearch of Mathematics)*, 8(2), 371-382.
- Muncarno. 2017. *Statistik Pendidikan*. Metro: Hamim Group.
- Muslimah, M. (2020). Pentingnya LKPD pada pendekatan scientific pembelajaran matematika. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* (Vol. 3, No. 3, pp. 1472-1479).
- Nasution, S. W. R., & Nasution, F. H. (2024). pengaruh penggunaan lkpd model project based learning terintegrasi steam terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Physics Education (PhysEdu)*, 6(2), 1-9.
- Naziah, W., & Maimunah. (2024). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Muatan Matematika Menggunakan Model PENA Pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi Terapan| E-ISSN: 3031-7983*, 1(2), 74-81.
- Noer, S. H. (2018). *Disain Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/4f0f909c-en>
- Oka, D. N., Mahendra, I. G., & Widnyani, N. N. (2025). Analisis Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) Chatbot Gemini dalam Menyusun Perangkat Ajar bagi Mahasiswa PPG-CG. *Widyadari*, 26(1), 15–25.
- Oktavia, D. H., & Suseno, G. (2024). Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pendidikan di indonesia: potensi dan tantangan. *Indo-mathEdun intellectuals journal*, 5(2), 1680-1686.
- Papadopoulou, E. A. (2024). Advancements in STEAM education for 21st century learners. *International Journal of Education*, 16(4), 39-70.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Pratiwi, N. L. P. A. D., & Indrayani, L. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Profil Pelajar Pancasila dalam Mata Pelajaran Ekonomi di SMA N 1 Singaraja. *Ekuitas: Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 11(1), 143-150.

- Puspitaningtyas, D., Suryanti, Nadi Suprpto, & Julianto. (2025). Systematic Literature Review: Analisis Pembelajaran IPA Berbasis STEAM Terhadap Peningkatan Kreativitas Siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 14(2 Mei), 2209-2220. <https://doi.org/10.58230/27454312.2259>
- Putra, Y. Y., AB, J. S., & Rahmadi, I. F. (2024). Level of creative thinking ability of students in solving numeracy problems. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 66-74.
- Putri, Y. S., & Alberida, H. (2022). Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas X Tahun Ajaran 2021/2022 di SMAN 1 Pariaman:(Creative Thinking Skills Class X Students for the 2021/2022 Academic Year at SMAN 1 Pariaman). *Biodik*, 8(2), 112-117.
- Rahmawati, D., Nugroho, A., & Lestari, S. (2023). Pengaruh pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir kreatif peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 8(2), 112–121.
- Rahmawati, J. M. (2021). Profil Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Al-Ilmu: Jurnal Penelitian dan Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 2(2).
- Rahmawati, M. D., & Mintohari. (2024). Implementasi Lkpd Steamboat Berbasis Steam Berbantuan Augmented Reality Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif di SDN Karangrejo 1. *Ejournal. Unesa. Ac. Id*, 1-15.
- Ranggawuni, I. R., Mamesah, M., & Marjo, H. K. (2014). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Berdasarkan Pola Asuh Orangtua (Siswa Kelas VII DI SMP Negeri 8 Jakarta Pusat). *Insight: Jurnal Bimbingan Konseling*, 3(2), 38-44.
- Raudoh, R. (2023). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) IPAS SMK Materi Makhluk Hidup dan Lingkungannya. *Jurnal Bionatural*, 10(1), 116-122.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Rosmana, P. S., Ruswan, A., Rahma, A., Lesmana, D., Andini, I. F., Yuliani, I. P., ... & Nurfitri, R. (2024). Penerapan LKPD terhadap Efektivitas Pembelajaran Peserta Didik di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 3082-3088.
- 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.
- Saputra, A., Tania, L., & Sari, M. (2020). The use of molecular simulation-assisted discovery learning in improving science process skills. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 10(3), 500-512.

- Sayekti, I. C., Rini, I. F., & Hardiyansyah, F. (2019). Analisis hakikat IPA pada buku siswa kelas IV sub tema I tema 3 kurikulum 2013. *Profesi Pendidikan Dasar*, 6(2), 129-144.
- Shih, Y. H., Dahal, N., & Wu, Y. P. (2025). Exploring core STEAM principles and their integration into early childhood education. *RA Journal of Applied Research*, 11(07), 648-651.
- Siregar, F. P., Wahyudi, S., Chandra, D. A., & Dwiana, A. A. (2024). CHATGPT Dalam Mendukung Pembelajaran di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Vokasional*, 6(1), 24-34.
- Sholihah, A., & Saputri, V. (2025). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Contextual Teaching and Learning di MI Ziyadatul Iman. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Matematika*, 2(1), 353-364.
- Sugiyono. 2018. *Quantitative, qualitative, and R&D research methods*. Bandung: Alfabeta.
- Suhardi, I. (2022). Perangkat Instrumen Pengembangan Paket Soal Jenis Pilihan Ganda Menggunakan Pengukuran Validitas Konten Formula Aiken's V. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 4158–4170.
- Sundayana, R. (2018). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Supriyadi, E., & Pahmi, S. (2024). Exploring the Potential of AI Tools in Education: A Thematic Analysis of Gemini. *Gema Wiralodra*, 15(3), 915-923.
- Syahputra, F., Sabrina, E., Barus, A. P., Sebayang, E. A., Harahap, I. G., Ramadhani, P., ... & Isnaini, R. (2025). Evaluasi Efektivitas Ai Generatif Dalam Membantu Guru Menyusun Materi Pembelajaran Di Indonesia: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(3), 265-272.
- Tamariska, G., Rahman, Z. F., Farhany, R., Hasanah, A., & Herman, T. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa SMP di Bandung. *Eksponen*, 14(1), 21-29.
- Trianto. (2010). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Tsakeni, M. (2024). Exploring Design Principles for STEAM Learning Activities Development by Science and Technology Teachers. *Educational Research for Social Change*, 13(1), 85-106.
- Umroh, N., & Indayati, T. (2024). Efektivitas model pembelajaran core (connecting, organizing, reflecting, extending) untuk meningkatkan hasil

belajar peserta didik pada kelas viii pada materi zat aditif di mts negeri gresik. *Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(5), 21–30.
<https://doi.org/10.3785/kohesi.v5i5.7585>

- Wahab, G., & Rosnawati. (2021). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Indramayu: Adab.
- Wahyuningsih, S., & Fitriani, R. (2023). Pemanfaatan teknologi digital dalam meningkatkan interaksi dan kemandirian belajar peserta didik abad 21. *Jurnal Teknologi Pendidikan Indonesia*, 13(2), 98–107.
- Waita, B. C., Yiswi, T. A., & Kristiahadi, A. (2025). Dampak Artificial Intelligence (AI) Terhadap Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(7).
- Widodo, Y. B., Sibuea, S., & Narji, M. (2024). Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan: Meningkatkan Pembelajaran Personalisasi. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 10(2), 602-615.
- Wisudawati, A. W., & Sulistyowati, E. (2014). *Metodologi pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wulandari, N., Noperman, F., & Agusdianita, N. Pengembangan LKPD Model Project Based Learning Berbasis STEAM pada Mata Pelajaran IPAS Kelas IV SD. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 7(3).
- Yakman, G. (2008). An overview of creating a model of integrative education. *PATT-17 and PATT-19 Proceedings; de Vries, MJ, Ed*, 335-358.
- Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas media pembelajaran interaktif pada proses pembelajaran rangkaian listrik. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(1), 75-82.
- Yolida, B., Abdurrahman, & Maulina, D. (2025). *PRIMMER: Model pembelajaran berlandaskan STEAM-EDP: Stimulasi keterampilan creative problem solving (CPS) dalam pembelajaran abad 21*. Lampung: Penerbit Lakeisha.
- Yulianti, D., Wahyudi, A., Habibi, R. K., et al. (2025). Development of STEAM-PJBL based IPAS LKPD to improve students' science literacy. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 27(1), 88–99.