

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PjBL-STEM* TERINTEGRASI
DEEP LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI
ENERGI DAN PERUBAHANNYA
KELAS IV SD**

(Tesis)

Oleh

Rahma Susanti
NPM. 2423053002



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PjBL-STEM* TERINTEGRASI *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI ENERGI DAN PERUBAHANNYA KELAS IV SD

Oleh

RAHMA SUSANTI

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan validitas, kepraktisan, dan efektivitas LKPD berbasis *Project Based Learning (PjBL)-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* peserta didik sekolah dasar pada materi energi dan perubahannya. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan metode campuran (*mixed method*) desain *embedded*. Analisis data menggunakan analisis persentase untuk menilai validitas dan kepraktisan, serta uji ANCOVA dan *effect size* untuk menguji efektivitas LKPD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD memiliki tingkat validitas sebesar 84% dengan kriteria sangat valid, serta tingkat kepraktisan sebesar 90% dengan kriteria sangat praktis. Hasil uji efektivitas menggunakan ANCOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000, yang berarti H_0 ditolak, sehingga terdapat perbedaan rata-rata kemampuan *computational thinking* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Besar pengaruh perlakuan berdasarkan partial eta squared sebesar 0,532, yang menunjukkan pengaruh kuat penggunaan LKPD terhadap peningkatan kemampuan *computational thinking* peserta didik. Peningkatan kemampuan tersebut juga didukung oleh nilai N-Gain sebesar 0,56 dengan kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar.

Kata kunci: LKPD, *PjBL-STEM*, *deep learning*, *computational thinking*, IPAS

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PjBL-STEM* TERINTEGRASI *DEEP LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI ENERGI DAN PERUBAHANNYA KELAS IV SD

Oleh

RAHMA SUSANTI

This study aims to describe the validity, practicality, and effectiveness of *Project Based Learning (PjBL)-STEM* integrated deep learning-based worksheets (LKPD) to improve elementary school students' computational thinking skills on energy and its changes. This study is a development research with a mixed method embedded design. Data analysis used percentage analysis to assess validity and practicality, as well as ANCOVA and effect size tests to test the effectiveness of LKPD. The results showed that LKPD had a validity level of 84% with very valid criteria, and a practicality level of 90% with very practical criteria. The results of the effectiveness test using ANCOVA showed a significance value of 0.000, which means H_0 was rejected, so there was a difference in the average computational thinking ability between the experimental class and the control class. The effect size of the treatment based on partial eta squared was 0.532, which showed a strong influence of the use of LKPD on improving students' computational thinking abilities. This increase in ability was also supported by the N-Gain value of 0.56 with a moderate category. Based on these results, it can be concluded that LKPD based on *PjBL-STEM* integrated deep learning is valid, practical, and effective for use in science learning in elementary schools.

Keywords: LKPD, *PjBL-STEM*, *deep learning*, *computational thinking*, IPAS

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PjBL-STEM* TERINTEGRASI
DEEP LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI
ENERGI DAN PERUBAHANNYA
KELAS IV SD**

Oleh

Rahma Susanti

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Magister Pendidikan

Pada

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



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

Judul Tesis

: **PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PJBL-STEM*
TERINTEGRASI *DEEP LEARNING* UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI
ENERGI DAN PERUBAHANNYA KELAS IV SD**

Nama Mahasiswa : *Rahma Susanti*

No. Pokok Mahasiswa : 2423053002

Program Studi : Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar

Jurusan : Ilmu Pendidikan

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

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. Dr. Abdurrahman, M.Si.

Sekretaris : Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.

Anggota Penguji : 1. Dr. Muhammad Kaulan Karima, M.Pd.

2. Dr. Pramudiyanti, S.Si., M.Si.

2. Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Iy Murhadi, M.Si.

NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 13 Februari 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahma Susanti
NPM : 2423053002
Program Studi : Magister Kependidikan Guru Sekolah Dasar
Jurusan : Ilmu Pendidikan
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Menyatakan tesis yang berjudul “Pengembangan LKPD Berbasis PjBL-STEM Terintegrasi Deep Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Computational Thinking Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD” adalah asli penelitian saya kecuali pada bagian-bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup dituntut berdasarkan Undang-Undang dan Peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Februari 2026
Yang Membuat Pernyataan



Rahma Susanti
NPM 2423053002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Mengandung Sari pada tanggal 9 September 1999. Anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Edy Purnomo dan Ibu Sri Supriati. Pendidikan formal yang pernah penulis tempuh dimulai dari SDN 2 Mengandung Sari lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Sekampung Udik dan lulus pada tahun 2015. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Muhammadiyah 1 Metro dan lulus pada tahun 2018. Ditahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan S1 Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung lulus pada tahun 2022. Kemudian, tahun 2024 penulis mendapat kesempatan kembali untuk melanjutkan pendidikan Pascasarjana pada Program Studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

MOTTO

قُلْ هُوَ اللَّهُ أَحَدٌ. اللَّهُ الصَّمَدُ. لَمْ يَلِدْ وَلَمْ يُولَدْ. وَلَمْ يَكُنْ لَهُ كُفُوًا أَحَدٌ

"Katakanlah (Muhammad), Dialah Allah, Yang Maha Esa. Allah tempat meminta segala sesuatu. (Allah) tidak beranak dan tidak pula diperanakkan. Dan tidak ada sesuatu yang setara dengan Dia.

يُرِيدُ اللَّهُ أَنْ يُخَفِّفَ عَنْكُمْ ۖ وَخُلِقَ الْإِنْسَانُ ضَعِيفًا

"Allah hendak memberikan keringanan kepadamu, karena manusia diciptakan (bersifat) lemah."

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'ālamīn, dengan penuh rasa syukur, saya ingin mengungkapkan terima kasih kepada Allah Swt., dan Rasul Agung Nabi Muhammad Saw.

Saya ingin menghadiahkan karya ini kepada orang tua tercinta, Bapak Edy Purnomo dan Ibu Sri Supriati. Terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan, dan semangat yang tiada henti. Kalian semua telah sabar dalam membimbing dan mendukung saya, selalu hadir dalam suka dan duka, dan tak pernah lelah mendoakan yang terbaik bagi hidup ini.

Saya juga ingin berterima kasih kepada adik semata wayang saya Lista Rahmawati atas doa dan semangat yang tak pernah pudar. kalian selalu sabar memberikan dukungan, selalu ada ketika saya sedih dan senang, dan tak pernah lelah mendoakan dan memberikan yang terbaik dalam hidup ini. Saya sangat berterimakasih kepada keluarga inti saya yang selalu ada dan menerima kekurangan saya selama pendidikan saya, dan selalu menguatkan saya.

Kepada para dosen saya, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan petunjuk dengan kesabaran dan ikhlas. Semoga ilmu yang diberikan bermanfaat bagi saya dan menjadi amal ibadah bagi Bapak/Ibu dosen semua. Aamiin.

Serta teman-teman seperjuangan saya the krucils Abe, mba Winda, Tria, mba Febri dan pak Mahmuri terima kasih sudah mau menjadi kakak dan adik bagi saya, dan Kak Fitri dan mba Sofie teman baru saya yang membarikan banyak pengalaman dan pendewasaan berbagi ilmu dan pengalaman, serta selalu membantu saya, dan terima kasih kepada almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Segala puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, atas anugerah ilmu, taufik, serta hidayah-Nya yang memungkinkan tersusunnya tesis ini, Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Saw., sebagai pembawa risalah kebenaran dan pencerahan intelektual bagi umat manusia, yang ajarannya menjadi landasan etis dan epistemologis dalam setiap upaya pengembangan ilmu pengetahuan.

Dengan berlandaskan nilai-nilai tersebut, penyusunan karya ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik yang bermakna serta memperkaya khazanah kajian mengenai relasi antara kearifan alam dan hakikat keberadaan manusia. Saya Persembahkan Tesis yang berjudul: **“Pengembangan LKPD Berbasis *PjBL*-STEM Terintegrasi *Deep Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD”** Tesis ini sekiranya merupakan bagian dari syarat dalam rangka menyelesaikan studi saya pada program Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar di Universitas Lampung.

Penyusunan tesis ini dapat terlaksana berkat adanya bimbingan, arahan baik masukan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih setulusnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd Dekan FKIP Universitas Lampung;

4. Bapak Dr. Riswandi, M.Pd., Wakil Dekan I Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
5. Bapak Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag.,M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan.
6. Ibu Dr. Dwi Yulianti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar FKIP Universitas Lampung;
7. Bapak Dr. Dwi Yulianti, M.Pd Selaku Pembimbing Akademik
8. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. selaku Pembimbing I;
9. Bapak Dr. Dwi Yulianti, M.Pd selaku Pembimbing II
10. Bapak Dr. Muhammad Kaulan Karima, M.Pd., Selaku Pembahas Tesis
11. Bapak Dr. Apri Wahyudi, M.Pd, Ibu Dr. Dina Marta Fitri, M.Pd dan ibu Istiqomah Nurzafira, M.Pd. selaku validator ahli materi, media dan Bahasa;
12. Kepala Sekolah dan Dewan Guru SDN 1 Mengandung Sari dan SD IT Mutiara Insani Pugung Raharjo yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penulisan dan selalu memotivasi menyelesaikan tesis ini.
13. Mahasiswa Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar angkatan 2024 yang telah banyak memberikan dukungan hingga terselesainya tesis ini.
14. Sahabat semuanya yang tidak bisa disebutkan satu per satu serta anak-anak didik ku, terima kasih untuk support dan doanya.

Semoga bantuan dan dukungan yang diberikan mendapat balasan pahala dari Allah SWT. dan penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat bagi dunia pendidikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Aamiin yaa rabbal alamin.

Bandar Lampung, 13 Februari 2026

Penulis

Rahma Susanti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	9
1.3 Rumusan Masalah.....	9
1.4 Tujuan Penelitian	10
1.5 Batasan Penelitian.....	10
1.6 Manfaat Penelitian	11
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 12
2.1 Teori Belajar.....	12
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme	12
2.1.2 Teori Belajar Konektivisme	15
2.1.3 Teori Pembelajaran Bermakna	16
2.1.4 Teori Pembelajaran <i>Joyfull learning</i>	18
2.2 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	20
2.2.1 Pengertian LKPD	20
2.2.2 Tujuan LKPD	21
2.2.3 Kriteria Kelayakan LKPD.....	21
2.2.4 Langkah-langkah Penulisan LKPD.....	23
2.3 <i>PjBL-STEM (Project Based Learning - Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i>	24
2.3.1 Pendekatan <i>STEM (Sains, Technology, Engineering, and Mathematics)</i>	24
2.3.2 Model Pembelajaran <i>PjBL-STEM (Project Based Learning - Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i>	27
2.4 <i>Deep Learning</i> Dalam Pendidikan.....	29
2.4.1 <i>Deep Learning</i> Dalam Kebijakan Pendidikan di Indonesia...	31
2.4.2 Prinsip Bermakna.....	32
2.4.3 Prinsip Berkesadaran.....	33
2.4.4 Prinsip Menggembirakan	34
2.5 LKPD Berbasis <i>PjBL-STEM</i> Terintegrasi <i>Deep Learning</i>	35
2.6 Kemampuan <i>Computational Thinking</i> (Berpikir Komputasi)	37

2.7 Kerangka Pemikiran.....	39
2.7.1 Keterkaitan Prinsip Deep Learning dengan Sintaks <i>PjBL-STEM</i>	43
2.7.2 Keterkaitan Sintaks <i>PjBL-STEM</i> dengan Indikator <i>Computational Thinking</i>	44
2.8 Anggapan Dasar	46
2.9 Hipotesis Penelitian	46
III. METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1 Pelaksanaan Penelitian	47
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	47
3.3 Variabel Penelitian	47
3.4 Desain Penelitian	48
3.5 Prosedur Pengembangan Produk	49
3.5.1 Tahap <i>Analysis (Qual Before Intervention)</i>	50
3.5.2 Tahap <i>Design & Development (Qual Process)</i>	52
1. Design	52
2. Development	52
3.5.3 Tahap <i>Implementation & Evaluation (Quan Pretest-Intervention-Quan Posttest)</i>	53
3.6 Instrumen Pengumpulan Data	54
3.6.1 Data Angket Analisis Kebutuhan	54
3.6.2 Data Pedoman Wawancara	54
3.6.3 Instrumen <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	54
3.6.4 Data Validitas Produk.....	55
3.6.5 Data Kepraktisan Produk	55
3.6.6 Data Keefektivan Produk	56
3.7 Teknik Analisis Data	57
3.7.1 Analisis Kevalidan LKPD.....	57
3.7.2 Analisis Kepraktisan LKPD.....	58
3.7.3 Analisis Keefektivan LKPD	58
1. Validitas Butir Soal	59
2. Reliabilitas Butir Soal	59
3. Uji Normalitas.....	60
4. Uji Homogenitas	60
5. N-gain.....	61
3.7.4 Uji Hipotesis	62
1. Hasil Uji Independent Sampel T-test.....	62
2. <i>ANCOVA (Analysis of Covariance)</i>	62
3. <i>Effect Size</i>	63
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Hasil	64
4.1.1 Tahap <i>Analysis (Qual Before Intervention)</i>	65
4.1.1.1 Analisis Wawancara Guru	70
4.1.1.2 Analisis Wawancara Peserta Didik.....	73
4.1.2 Tahap <i>Design & Pengembangan Produk (Qual Proses)</i>	76
a. Menyusun & Validasi Instrumen Penelitian	78

b. Menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	80
c. Validitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	81
4.1.3 Tahap Implementasi & Evaluasi (<i>Quan Pretest-</i> <i>Intervention Quan Posttest – Qual After Intervention</i>).....	83
4.1.4 Hasil Wawancara Peserta Didik (<i>Qual After Intervention</i>).....	87
4.2 Pembahasan.....	90
4.2.1 Validitas.....	90
4.2.2 Kepraktisan	94
4.2.3 Keefektivan	97
V. KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA.....	110
LAMPIRAN.....	123

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat ditaktik, konstruksi, dan teknis	22
2. Definisi Literasi <i>STEM</i>	26
3. Sintaks <i>PjBL-STEM</i>	28
4. Indikator Kemampuan <i>Computational Thinking</i>	38
5. Skala Likert pada Skala Validasi	55
6. Skala Likert pada Skala Keterbacaan dan Kemenarikan	56
7. Skala Likert pada Skala Keterlaksanaan LKPD Berbasis <i>PjBL-STEM</i>	56
8. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	57
9. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	58
10. Perbedaan Perlakuan Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	58
11. Kriteria Kevalidan Instrumen Tes	59
12. Kriteria Koefisien Korelasi	59
13. Kriteria Koefisien Korelasi (Reliabilitas)	60
14. Kategori Nilai <i>N-gain</i>	61
15. Kriteria Nilai <i>Effect Size</i>	63
16. Analisis Wawancara Guru Pada Tahap Analisis (<i>Qual Before Intervention</i>)	71
17. Analisis Persepsi Peserta Didik Terhadap Pembelajaran IPAS Pada Tahap Analisis (<i>Qual Before Intervention</i>)	74
18. Masukan Ahli <i>Prototype 1</i>	77
19. Keterkaitan Model <i>PjBL-STEM, Deep Learning, CT</i>	78
20. Hasil Validitas 3 Validator Terhadap LKPD.....	81
21. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes.....	82
22. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes	82
23. Hasil Uji Kepraktisan.....	83
24. Nilai Sig, Dari Uji Normalitas	84
25. Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kontrol	84
26. N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol	85
27. Hasil Uji Independent Sampel T-test.....	85
28. Hasil Uji Ancova	86
29. Pertanyaan Wawancara Mendalam Peserta Didik.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	40
2. <i>Embedded Experimental Design</i>	48
3. Desain Penelitian DDR	49
4. Alur Tahapan Penelitian.	50
5. Diagram Distribusi Tanggapan Guru Menggunakan LKPD Penerbit.....	65
6. Diagram Distribusi Tanggapan Guru Merasa Cukup Dengan LKPD.	65
7. Diagram Distribusi Tanggapan Guru Mengimplementasikan <i>PjBL-STEM</i>	66
8. Diagram Distribusi Tanggapan Peserta didik di Provinsi Lampung.	67
9. Diagram Hasil Survey Peserta Didik Mengalami Kesulitan Pemecahan Masalah.	68
10. Diagram Hasil Survey Peserta Didik Tentang Metode Menarik IPAS.	68
11. Rancangan LKPD.....	80
12. Tampilan Halaman Sampul LKPD.....	81
13. Multimedia Pada LKPD.....	96
14. Data Rata-rata Nilai CT Per Indikator	98
15. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Reflection</i>	101
16. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Reseach</i>	102
17. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Discovery</i>	103
18. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Application</i>	104
19. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Communication</i>	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	124
2. Modul Ajar IPAS Berbasis <i>PjBL-STEM</i> Terintegrasi <i>Deep Learning</i>	149
3. Kisi-kisi Instrumen Tes	177
4. Rubrik Skor Penilaian.	182
5. Soal Pretest-Posttest	184
6. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas	186
7. Lembar Validitas Modul Ajar	188
8. Lembar Instrumen Kemenarikan.....	202
9. Lembar Instrumen Keterbacaan	205
10. Lembar Instrumen Keterlaksanaan	208
11. Hasil Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen	213
12. Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol.....	215
13. Hasil Uji Normalitas	217
14. Hasil Uji Homogenitas.....	217
15. Hasil Uji N-gain Kelas Eksperimen.....	217
16. Hasil Uji N-gain Kelas Kontrol.....	217
17. Uji Independent Simple T test.....	218
18. Hasil Uji Ancova	218
19. Hasil Uji Rekapitulasi Kepraktisan.....	219
20. Panduan Wawancara Guru (<i>Qual Before Intervention</i>).....	221
21. Panduan Wawancara Siswa (<i>Qual Before Intervention</i>)	222
22. Panduan Wawancara Mendalam Peserta Didik (<i>Qual After Intervention</i>).	223
23. Hasil Angket Guru dan Peserta Didik	224
24. Surat Izin Penelitian	226

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di abad ke-21, perkembangan teknologi informasi dan kompetisi global memaksa sistem pendidikan untuk menyesuaikan diri, mendorong peserta didik untuk tidak hanya menguasai literasi teknologi, tetapi juga keterampilan holistik yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi tantangan dunia yang makin maju. Kemampuan seperti berpikir komputasional, pemecahan masalah kreatif, inovasi, serta kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi kini menjadi keharusan.

Kemampuan ini bukan hanya menjadi modal untuk sukses, tetapi juga penanda kesiapan peserta didik dalam menghadapi dinamika era digital yang serba cepat (Sagala *et al.*, 2019). Di antara keterampilan abad ke-21, berpikir komputasional dianggap sebagai keterampilan dasar yang sangat penting, bahkan disebut sebagai keterampilan utama yang harus dikuasai oleh semua individu, tak hanya oleh mereka yang bekerja di bidang teknologi (Juldial & Haryadi, 2024; Monalisa, 2023).

Computational Thinking atau CT adalah cara berpikir yang digunakan untuk memecahkan masalah dengan cara yang sistematis, melalui proses dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma (Kalelioğlu, 2019; Wing, 2006). CT menjadi landasan bagi pemecahan masalah dan pengambilan keputusan (Maharani *et al.*, 2020). Keterampilan ini dianggap setara dengan keterampilan dasar lainnya, seperti membaca, menulis, dan berhitung. Oleh karena itu, kemampuan berpikir komputasional harus dikuasai oleh setiap individu sebagai bagian dari keterampilan hidup sehari-hari. Dalam konteks pendidikan, kemampuan ini diharapkan dapat membentuk peserta didik yang tidak hanya cerdas secara akademis, tetapi juga memiliki karakter yang percaya diri, terbuka,

dan peka terhadap lingkungan (Salsabila & Yahfizham, 2024) . Dengan demikian, berpikir komputasional menjadi keterampilan pemecahan masalah yang penting untuk disertakan dalam setiap pembelajaran agar peserta didik dapat memecahkan masalah secara efektif, efisien, dan optimal.

Namun, keadaan dilapangan peserta didik di Indonesia masih belum sepenuhnya mampu memaksimalkan pembangunan kemampuan *computational thinking* pada diri mereka. Hal ini tercermin dari masih rendahnya kemampuan peserta didik untuk menemukan solusi atas sebuah masalah, ditunjukkan dari hasil analisis PISA (*Programme for International Student Assessment*) 2022 untuk Indonesia. Kemampuan literasi dalam membaca, matematika, sains, keuangan, dan *computational thinking* Indonesia masih menunjukkan hasil yang relatif rendah (Habibi & Suparman, 2020). 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. Rendahnya hasil PISA pelajar di Indonesia mengindikasikan bahwa keterampilan kemampuan *computational thinking* peserta didik masih rendah, karena kemampuan *computational thinking* adalah cara untuk menemukan pemecahan masalah (Cahdriyana & Richardo, 2020).

Hal ini sesuai penelitian yang menyatakan berpikir komputasi di Indonesia masih terbilang rendah, hal ini dibuktikan dengan peneliti terdahulu yang mengatakan bahwa kemampuan berpikir komputasi matematis peserta didik rendah atau di bawah rata-rata KKM (Kamil *et al.*, 2021; Supiarmo *et al.*, 2021). Hal ini juga sejalan dengan laporan uji coba yang dilakukan oleh (Jamna *et al.*, 2022) terhadap 20 orang peserta didik yang diperoleh hasil sebanyak 5% untuk kategori sangat tinggi, 15% masuk ke kategori tinggi, 35% masuk ke kategori sedang serta 50% masuk ke kategori rendah. Hasil tersebut menunjukkan 50% peserta didik dengan kategori rendah kurang mampu dalam menyelesaikan soal dan memenuhi indikator *decomposition*, *pettern recognition*, *algorithms*, dan *debugging*.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* kepada peserta didik adalah menerapkan model pembelajaran yang inovatif (Rohmah *et al.*, 2019). Karena model pembelajaran yang masih bersifat konvensional, yang berfokus pada ceramah kurang melibatkan peserta didik dalam pembelajaran membuat peserta didik menjadi pasif dan merasa bosan (Pratiwi & Akbar, 2022) . Maka diperlukannya model pembelajaran inovatif yang berpusat kepada peserta didik bukan kepada guru, sehingga peserta didik diberikan kesempatan untuk berpartisipasi dalam pembelajaran dan dipicu untuk berpikir kritis terhadap sebuah masalah.

Model *project based learning (PjBL)* berbasis *STEM* sebagai salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan. *Model project based learning (PjBL)* merupakan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam kegiatan berbasis *project* guna untuk memecahkan suatu masalah. Kelebihan dari model *project based learning (PjBL)* peserta didik dapat mengembangkan sikap kreatif, menumbuhkan motivasi, dan memiliki kemampuan untuk dapat menghadapi tantangan yang ada dalam perspektif yang inklusif (Mohand *et al.*, 2021).

STEM (science, technology, engineering, dan mathematics) adalah meta-disiplin tingkat sekolah di mana sains, teknologi, teknik dan matematika diajarkan secara terpadu oleh guru dan masing-masing materi disiplin tidak dibagi-bagi tapi ditangani sebagai satu kesatuan yang dinamis (Ridwan *et al.*, 2024). *STEM* mengajarkan dan melatih peserta didik untuk terlibat dalam pemikiran kritis, penyelidikan, pemecahan masalah, kolaborasi, dan rekayasa sebagai pemikiran desain dan merupakan kolaborasi yang serasi dari empat disiplin ilmu dalam suatu pembelajaran yang erat kaitan dengan penyelesaian masalah di kehidupan nyata. Peserta didik dituntut untuk dapat lebih memahami teknologi. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran dengan pendekatan *STEM*, peserta didik akan membutuhkan jenis alat dan bahan yang dapat membantu untuk melakukan proses investigasi terkait solusi terhadap permasalahan yang ada dalam kehidupan nyata. Dengan penggunaan bahan-bahan dalam kegiatan desain, peserta didik diberikan kesempatan untuk merancang proses atau suatu produk (Abdurrahman *et al.*,

2019). Maka penggabungan model pembelajaran *PjBL* sangat penting dalam *STEM* dikarenakan *PjBL* melibatkan peserta didik dalam kegiatan *project* dalam pemecahan suatu masalah.

PjBL berbasis *STEM* dapat diartikan bahwa *PjBL* yang terintegrasi dengan *STEM* dapat meningkatkan minat belajar peserta didik, pembelajaran yang bermakna, dan membantu peserta didik dalam memecahkan suatu masalah serta menunjang karier pada masa yang akan datang. *PjBL* berbasis *STEM* juga memberikan tantangan dan motivasi bagipara peserta didik, karena hal tersebut mampu melatih peserta didik berpikir kritis, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Dywan & Airlanda, 2020). Dengan demikian perpaduan antara model *Project Based Learning (PjBL)* berbasis *STEM* digunakan pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan *computational thinking* peserta didik.

Pendekatan *deep learning* dalam pendidikan menekankan pemahaman mendalam melalui analisis kritis, pengaitan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada, dan penerapannya dalam konteks nyata (Diputera & Zulpan, 2024).

Pendekatan ini bertujuan agar peserta didik dapat berpikir kritis, kreatif, dan mampu memecahkan masalah. *Deep learning* selaras dengan Kurikulum merdeka, yang menekankan kebebasan belajar dan pembelajaran berbasis *project* (Dewi, 2022) ini mencakup tiga prinsip pembelajaran: bermakna, yang memusatkan pembelajaran pada peserta didik melalui diskusi kelompok, *project* kolaboratif, dan penelitian mandiri. Berkesadaran mendorong kehadiran penuh peserta didik dalam proses belajar, meningkatkan kesadaran mereka terhadap pengalaman yang sedang berlangsung. Menggembirakan berfokus untuk penciptaan pengalaman belajar yang menyenangkan dan memuaskan.

Pendekatan *deep learning* juga semakin mendapatkan perhatian dalam kebijakan pendidikan di Indonesia. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen) pada tahun 2026 memperkenalkan kebijakan pembelajaran mendalam (*deep learning*) sebagai arah transformasi pembelajaran nasional yang

menekankan pengalaman belajar bermakna (*meaningful learning*), berkesadaran (*mindful learning*), dan menggembirakan (*joyful learning*). Kebijakan ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pada pemahaman konseptual yang mendalam, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta pembentukan karakter peserta didik secara holistik.

Kebijakan pembelajaran mendalam tersebut sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berpusat pada peserta didik melalui aktivitas eksploratif, reflektif, dan kontekstual. Pemerintah menegaskan bahwa proses pembelajaran harus memberikan pengalaman bermakna sehingga peserta didik mampu mengaitkan pengetahuan dengan kehidupan nyata serta mengembangkan kompetensi abad ke-21 secara utuh. Dengan demikian, integrasi pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran sekolah dasar menjadi relevan sebagai upaya peningkatan kualitas pendidikan sekaligus mendukung arah kebijakan pendidikan nasional.

Integrasi elemen-elemen ini dalam pembelajaran menciptakan suasana belajar yang efektif sekaligus menyenangkan, meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik yang holistik dan berkelanjutan. Penelitian (Mystakidis, 2021) menyoroti peran bermakna untuk pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis dan pemecahan masalah, yang krusial dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, khususnya dalam menghadapi tuntutan materi pembelajaran abad ke-21.

Keberhasilan suatu pembelajaran, selain bergantung pada model dan pendekatan pembelajaran yang diterapkan juga sangat bergantung pada bahan ajar yang digunakan. Bahan ajar adalah salah satu unsur utama dalam proses pengajaran di kelas, salah satunya adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang mempunyai peranan yang mendasar dalam menunjang proses pembelajaran. LKPD bisa dikembangkan dan diadaptasi oleh guru dengan menyesuaikan isi pelajaran serta membantu proses pembelajaran. sebagai saran pembelajaran visual, LKPD

memberikan bimbingan kepada peserta didik untuk melakukan penelitian atau memecahkan masalah. Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan sarana untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan pembelajaran sehingga terbentuk interaksi efektif antara peserta didik dengan guru, serta dapat meningkatkan aktivitas dan prestasi belajar peserta didik (Muslimah, 2020). Sedangkan Prastowo, (2014) menyatakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan suatu bahan ajar cetak yang berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan peserta didik, yang mengacu kepada kompetensi dasar yang harus dicapai peserta didik. Penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* sejalan dengan penelitian Munawaroh *et al.*, (2022) penggunaan LKPD berbasis *STEM* juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasi peserta didik dalam memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari.

Data hasil studi pendahuluan yang dilakukan melalui wawancara dan survei secara *online* dengan *google form* terhadap guru dan peserta didik tingkat sekolah dasar di Lampung diperoleh hasil bahwa guru sudah menggunakan LKPD sebagai evaluasi penilaian peserta didik. Namun 41% guru menggunakan LKPD dari penerbit dan 30% guru tidak merasa cukup dengan LKPD yang ada. LKPD yang digunakan masih begitu sederhana dan hanya berisi soal-soal penilaian, 43,4% peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi energi dan perubahannya. Metode pembelajaran yang bersifat konvensional membuat peserta didik merasa bosan dan kurang terlibat dalam proses pembelajaran. Selain itu, pembelajaran yang tidak berpusat pada peserta didik menyebabkan materi sulit dipahami dan cepat terlupakan. Hal tersebut bertentangan dengan kebutuhan peserta didik yang menginginkan bahwa pembelajaran IPAS khususnya energi dan perubahannya dilakukan dengan eksperimen atau praktikum, tidak hanya sekedar mencatat materi pembelajaran, karena eksperimen dalam pembelajaran membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan mengeksplorasi pengetahuan peserta didik. 57,1% peserta didik menggunakan LKPD dalam

pembelajaran. Namun 37,5% peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang membutuhkan pemecahan masalah dan 38% peserta didik merasa sulit memahami materi energi dan perubahannya hal ini menyebabkan hasil belajar peserta didik pada materi energi dan perubahannya belum maksimal hal tersebut dikarenakan keterbatasan pemanfaatan bahan ajar seperti LKPD belum maksimal. 50,8% peserta didik menyatakan pembelajaran IPAS akan lebih menyenangkan jika menggunakan metode yang lebih menarik dan berbasis *project*. Perlunya model pembelajaran yang inovatif dalam kegiatan pembelajaran guna memudahkan peserta didik untuk memahami materi yang diajarkan. Pembelajaran masih berpusat pada guru (*teacher centered*), dengan metode ceramah dan latihan soal tanpa pendekatan eksploratif sehingga berakibat beberapa peserta didik tidak memperhatikan guru saat menjelaskan materi. Peserta didik kurang dilibatkan dalam aktivitas yang merangsang berpikir komputasi, seperti eksperimen atau pembelajaran berbasis *project* (*PjBL*) sehingga 39% peserta didik mengalami kesulitan dalam *computational thinking*.

Namun demikian, berdasarkan hasil penelusuran terhadap beberapa kajian terdahulu, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengembangkan LKPD yang memadukan model *Project Based Learning* (*PjBL*) berbasis *STEM* yang terintegrasi dengan pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran di sekolah dasar, khususnya pada materi energi dan perubahannya. Beberapa penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengembangan LKPD berbasis *STEM* saja (Munawaroh *et al.*, 2022) atau pada penerapan model *PjBL* secara terpisah tanpa mengintegrasikan pendekatan *deep learning* secara eksplisit (Dywan & Airlanda, 2020; Supiarmo *et al.*, 2021). Padahal, urgensi pembelajaran *deep learning* menjadi semakin penting yang mengutamakan kompetensi untuk menghadapi tantangan dunia global (Harris *et al.*, 2019). Hasil penelitian (Lentzen *et al.*, 2024; M. Elbashbishy, 2024) menunjukkan bahwa pembelajaran yang lebih mendalam (*deep learning*) mempersiapkan karier dengan membekali mereka dengan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan beradaptasi dan dapat menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pembelajaran, yang mengarah pada peningkatan retensi dan penerapan pengetahuan dalam berbagai situasi.

Keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan dalam penelitian terkait pengembangan bahan ajar khususnya LKPD yang mengintegrasikan model *PjBL-STEM* dengan pendekatan *deep learning* secara menyeluruh dalam bentuk LKPD, khususnya untuk peserta didik sekolah dasar pada materi energi dan perubahannya. Padahal, LKPD yang dirancang secara khusus dengan memadukan ketiga elemen tersebut berpotensi besar dalam meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik, serta membangun kemampuan *computational thinking* melalui pengalaman belajar yang konkret, kontekstual, dan menyenangkan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengembangkan LKPD dengan model *PjBL* berbasis *STEM* yang terintegrasi dengan pendekatan *deep learning* sebagai solusi inovatif untuk menjawab tantangan rendahnya kemampuan *computational thinking* peserta didik dan keterbatasan bahan ajar yang ada saat ini.

Berdasarkan masalah tersebut diperlukannya inovasi bahan ajar khususnya LKPD dengan menggunakan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran IPAS khususnya materi energi dan perubahannya. Sebanyak 53 % guru setuju bahwa perlu adanya LKPD yang dirancang secara khusus dengan menggunakan model pembelajaran yang eksploratif untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 peserta didik, seperti keterampilan *computational thinking*. Guru berharap LKPD tersebut berisi panduan langkah-langkah praktis yang mengarah pada aktivitas eksperimen atau praktikum sehingga memudahkan guru dan peserta didik untuk meningkatkan *computational thinking*.

Penelitian tentang integrasi *deep learning* dalam model *PjBL-STEM* untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* yang masih terbatas sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami bagaimana *deep learning* dapat dioptimalkan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran peserta didik. Melihat kesenjangan antara urgensi dan masalah di lapangan berkaitan dengan kemampuan *computational thinking* penulis menilai bahwa perlu adanya suatu terobosan baru berbentuk LKPD untuk mengatasi permasalahan dalam proses

pembelajaran tersebut. Oleh sebab itu, peneliti telah melakukan penelitian dengan judul “ Pengembangan LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi *Deep Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD”.

1.2 Identifikasi Masalah

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

1. Kemampuan *Computational Thinking* peserta didik belum sesuai harapan
2. Kurangnya minat dan motivasi peserta didik dalam mata pelajaran IPAS
3. Belum diterapkannya model pembelajaran berbasis *project (PjBL)- STEM* dalam pembelajaran IPAS
4. Belum dikembangkannya LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* dalam pembelajaran IPAS.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana Validitas LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD?
2. Bagaimana Kepraktisan LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD?
3. Bagaimana Efektivitas LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning* untuk meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendeskripsikan Validitas LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD.
2. Mendeskripsikan Kepraktisan LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD.
3. Mendeskripsikan Keefektivan LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan *Computational Thinking* Pada Materi Energi dan Perubahannya Kelas IV SD.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. LKPD yang dikembangkan Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi Pendekatan *Deep Learning*.
2. LKPD yang dikembangkan khusus untuk materi Energi dan Perubahannya pada materi IPAS kelas IV SD
3. Kemampuan yang akan ditingkatkan adalah *Computational Thinking*
4. Kurikulum yang digunakan adalah kurikulum merdeka
5. LKPD yang digunakan di kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction* (DI).

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis penelitian ini adalah akan menyediakan mengenai LKPD Berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* pada materi energi dan perubahannya.

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang dapat yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti, dapat memperoleh wawasan dan menambah pengetahuan mengenai LKPD Berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* pada materi energi dan perubahannya.
- b. Bagi pendidik, dapat memberikan informasi mengenai LKPD Berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* pada materi energi dan perubahannya.
- c. Bagi peserta didik, dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda sehingga diharapkan mampu melatih keterampilan *Computational Thinking*.
- d. Bagi dunia pendidikan dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA khususnya IPAS sekolah dasar.
- e. Bagi peneliti selanjutnya, dapat menjadi contoh inovasi dalam bentuk pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Belajar

2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme Piaget

Konstruktivisme adalah pembelajaran yang mengemukakan bahwa pengetahuan dibangun oleh individu melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan lingkungan sekitar. Dalam perspektif ini, pembelajaran bukan sekadar proses menerima informasi secara pasif, melainkan merupakan proses aktif di mana peserta didik membangun pemahaman mereka sendiri berdasarkan pengalaman sebelumnya (Saksono *et al.*, 2023). Konstruktivisme adalah aliran dalam teori belajar kognitif yang bertujuan meningkatkan pemahaman peserta didik melalui proses membangun pengetahuan secara mandiri. Sejalan dengan (Mustafa & Roesdiyanto, 2021) yang menyatakan konstruktivisme memberikan leluasan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuan mereka sendiri atas rancangan model pembelajaran yang buat oleh guru. Pembelajaran konstruktivis dapat diimplementasikan melalui permasalahan kontekstual atau kasus nyata di lapangan.

Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget merujuk pada bagaimana orang tumbuh, menyesuaikan diri, dan berubah sepanjang perjalanan hidupnya melalui perkembangan fisik, kepribadian, perkembangan sosioemosi, perkembangan kognisi (pemikiran), dan perkembangan bahasa (Ulya, 2024). Teori perkembangan kognitif Piaget menjelaskan bagaimana cara anak dapat beradaptasi dan menginterpretasikan dengan objek serta kejadian di sekitarnya. Seperti cara anak mempelajari ciri dan fungsi dari objek dan mengelompokkan objek-objek untuk mengetahui persamaan-persamaan dan perbedaan-perbedaannya, untuk

memahami penyebab terjadinya perubahan dalam objek objek dan peristiwa-peristiwa dan untuk membentuk perkiraan tentang objek-objek dan peristiwa tersebut (Basri, 2018).

Dalam pandangan Jean Piaget menyebutkan bahwa struktur kognitif sebagai Skemata (Schemas), yaitu kumpulan dari skema-skema. Seorang individu dapat mengikat, memahami, dan memberikan respon terhadap stimulus disebabkan karena bekerjanya skemata ini. Skemata ini berkembang secara kronologis, sebagai hasil interaksi individu dengan lingkungannya, sehingga individu yang lebih dewasa memiliki struktur kognitif yang lebih lengkap dari pada ketika ia masih kecil (Arafah *et al.*, 2023). Perkembangan skemata ini terus-menerus melalui adaptasi dengan lingkungannya. Skemata tersebut membentuk suatu pola penalaran tertentu dalam pikiran anak. Makin baik kualitas skema ini, makin baik pulalah pola penalaran anak tersebut. Proses terjadinya adaptasi dari skemata yang telah terbentuk dengan stimulus baru dilakukan dengan dua cara, yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi adalah pengintegrasian stimulus baru kedalam skemata yang telah terbentuk secara langsung. Akomodasi adalah proses pengintegrasian stimulus baru kedalam skema yang telah terbentuk secara tidak langsung (Bustomi *et al.*, 2024).

Menurut Jean Piaget ada 4 tahap-tahap perkembangan kognisi peserta didik, antara lain; tingkat Sensorimotor (0-2 tahun), anak-anak mengenal lingkungannya dengan kemampuan sensorik, yaitu dengan penglihatan, penciuman, pendengaran, dan perabaan. Tahap Pra Operasional (2-7 tahun), Kecakapan motorik dan bahasa telah muncul, tapi masih memiliki keterbatasan intelektual, yaitu belum mampu menalar (reasoning). Tahap Operasi Konkret (7-11), anak-anak mulai berfikir secara logis terhadap kejadian-kejadian konkret, tapi pada tahap ini masih menerapkan logika berfikir pada sesuatu yang konkret belum bersifat abstrak atau hipotesis. Dan tahap Operasi Formal (11 tahun ke atas), anak-anak memiliki perkembangan penalaran abstrak, dan pada tahap ini sudah mencapai kematangan intelektual (Jusar *et al.*, 2023).

Pada usia Sekolah Dasar, peserta didik umumnya berada pada tahap operasional konkret, sehingga proses berpikir logis mereka masih bergantung pada keberadaan objek nyata atau situasi yang dapat diamati langsung. Kemampuan seperti konservasi, pengelompokan, dan pengurutan mulai berkembang, namun anak masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang bersifat abstrak. Oleh karena itu, pembelajaran pada tahap ini idealnya menggunakan media konkret yang dapat merangsang pemahaman melalui pengalaman langsung (Nuryati & Darsinah, 2021).

Pandangan konstruktivisme Piaget relevan dengan penerapan model pembelajaran berbasis *project (PjBL)* yang mengintegrasikan pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*, seperti yang dikemukakan oleh (Oktaviani *et al.*, 2020). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konstruktivisme mendukung tahap-tahap dalam model *PjBL-STEM*, di mana peserta didik dibagi dalam kelompok-kelompok kecil untuk menyajikan solusi terhadap masalah yang diberikan. Dalam tahap ini, peserta didik berkolaborasi untuk merancang dan mengembangkan pemahaman konseptual yang relevan dengan *project* yang sedang dikerjakan, serta mencari informasi untuk mendesain solusi yang efektif. Teori konstruktivistik sangat memperhatikan lingkungan dalam upaya menunjang proses belajar peserta didik. Suasana yang menyenangkan akan memengaruhi timbulnya perasaan senang dan gembira peserta didik sehingga dapat membangun pengetahuan peserta didik (Yulianti, 2011). Sehingga relevan terhadap prinsip *deep learning* (menggembirakan) yang melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran yang aktif, kritis dan bermakna dengan membuat pembelajaran lebih menyenangkan dan menarik agar peserta didik lebih termotivasi dan terlibat dalam proses pembelajaran.

Selain itu teori konstruktivis relevan dalam mengembangkan kemampuan komputasi. Berpikir komputasi mengharuskan peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran. Dalam memahami konsep komputasi, peserta didik perlu mengeksplorasi, mencoba, dan menghadapi masalah komputasi. Konstruktivisme memungkinkan peserta didik untuk secara aktif merancang algoritma, menjalankan

kode, dan menghadapi tantangan. Teori konstruktivisme mendorong peserta didik untuk berkolaborasi dan berdiskusi. Dalam konteks pemahaman komputasi, peserta didik dapat bekerja sama untuk memecahkan masalah dan berbagi pengetahuan. Saling bertukar ide dan solusi dapat memperkaya pemahaman mereka (Grover & Pea, 2013; Y.-C. Liu *et al.*, 2021).

2.1.2 Teori Belajar Konektivisme George Siemens

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong perubahan teori pembelajaran, di mana teori lama dinilai kurang relevan menjawab tantangan terkini. Hal ini melahirkan teori baru seperti *connectivism* (konektivisme) yang tetap mempertimbangkan fondasi teori sebelumnya, namun disesuaikan dengan tuntutan era digital. Konektivisme dinilai ideal untuk pembelajaran abad ke-21 karena fokusnya pada penguatan literasi digital, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi (Wicaksono & Suradika, 2022).

Konektivisme memperluas prinsip konstruktivisme dengan memanfaatkan teknologi untuk melibatkan peserta didik secara aktif dalam membangun pengetahuan melalui jejaring (X. Liu & Li, 2021). Teori ini tidak hanya menyampaikan pengetahuan, tetapi mendorong peserta didik mengumpulkan, mengolah, dan menghubungkan informasi dari berbagai sumber untuk beradaptasi di lingkungan dinamis. Konektivisme juga diintegrasikan dengan prinsip teori chaos, kompleksitas, jejaring, dan *self-organizing* (Kontesa & Fauziati, 2022).

Menurut Ariyanto & Fauziati, (2022) konektivisme memiliki karakteristik pembelajaran sebagai berikut: (1) Distribusi pengetahuan dapat dilakukan melalui jaringan internet; (2) Eksploratif dan mengumpulkan informasi; (3) Sumber yang diambil sebagai landasan berpikir; (4) Gaya belajar dan memudahkan adaptasi dalam setiap jaringan; (5) Proses belajar mengajar atau transformasi pengetahuan di fasilitasi dalam jaringan.

Teori konektivisme menekankan bahwa pengetahuan tersebar dalam jejaring global dan tidak terpusat pada individu, sehingga keberhasilan pembelajaran sangat bergantung pada motivasi peserta didik dalam mengakses dan memanfaatkan informasi melalui berbagai platform digital. Inti dari teori ini terletak pada kemampuan peserta didik dalam mengolah, menyusun, dan menerapkan informasi secara relevan untuk memecahkan masalah, dengan memadukan prinsip konstruktivisme, teknologi, dan kolaborasi global.

Penggunaan teori konektivisme dalam pembelajaran IPA dan teknologi saat ini dapat peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui keterlibatan aktif dalam eksplorasi mandiri, kolaborasi kelompok, dan akses cepat terhadap sumber informasi terkini (Rahmanudin, 2023). Peserta didik tidak hanya mampu mengakses pengetahuan secara *up-to-date*, tetapi juga mengolah informasi tersebut secara sistematis, mengonstruksi solusi berbasis data, serta beradaptasi dengan kompleksitas masalah sains melalui integrasi teknologi.

2.1.3 Teori Pembelajaran Bermakna Ausubel

Teori pembelajaran bermakna yang dikembangkan oleh David P. Ausubel merupakan salah satu teori kognitif yang paling berpengaruh dalam memahami proses pembelajaran yang tidak sekadar bersifat mekanistik, tetapi menekankan pada keterhubungan makna antara informasi baru dengan struktur pengetahuan yang telah dimiliki oleh individu (Huda & Djono, 2025). Pembelajaran bermakna adalah proses di mana peserta didik secara aktif menghubungkan informasi baru dengan konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitif mereka. Struktur kognitif ini mencakup fakta, konsep, dan generalisasi yang sebelumnya dipelajari, sehingga pengetahuan baru tidak hanya menghafal informasi (Castro-Alonso *et al.*, 2019; Darmayanti *et al.*, 2023).

Pembelajaran bermakna merujuk pada suatu pendekatan pendidikan di mana peserta didik didorong untuk mengeksplorasi dan membangun pengetahuan serta keterampilan baru melalui pemanfaatan pengetahuan dan keterampilan yang telah

dimiliki dalam proses pembelajaran (Mubaroq, 2025). Proses ini memungkinkan peserta didik untuk mengaitkan pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata, khususnya dalam upaya penyelesaian masalah yang relevan dengan pengalaman mereka sehari-hari (Fullan *et al.*, 2013). Pembelajaran bermakna menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam aktivitas yang memiliki tujuan jelas, mendorong refleksi diri serta pemikiran kritis, memfasilitasi kolaborasi dan penyelesaian masalah secara kreatif dan inovatif, serta mendorong partisipasi aktif dalam proses belajar. Integrasi pengalaman dan informasi ke dalam pembelajaran membuat pengetahuan lebih bertahan lama dan aplikatif. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurhasanah *et al.*, (2022) membuktikan bahwa pembelajaran bermakna meningkatkan daya ingat dan pemahaman peserta didik dibanding metode hafalan, meskipun faktor seperti kompetensi guru dan infrastruktur turut memengaruhi keberhasilannya.

Berdasarkan teori David Ausubel, pembelajaran bermakna dapat tercapai jika memenuhi empat prinsip utama: (1) *Advance organizer* atau yang di sebut dengan pengaturan awal merupakan materi-materi yang dijadikan sebagai sebagai bahan untuk mengaitkan anatar materi lama dengan materi baru yang memiliki makna lebih tinggi dari materi sebelumnya; (2) Defrensiasi progresif, dalam belajar bermakana perlu adanya pengembangan materi-materi, di mana materi yang umum di sampaikan kepada peserta didik terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dnegan penyampaian materi-materi yang sifatnya khusus; (3) Belajar subordinat, konsep belajar dapat dilakukan jika pada materi yang akan dipelajari dengan belajar bermakna juga telah dipelajari pada materi-materi sebelumnya sehingga peserta didik telah memiliki pengetahuan dari pelajaran sebelumnya; (4) Penyesuaian integratif, dalam hal ini konsep pembelajarn disusun sehingga akan tercipta susunan pengetahuan secara bertingkat (Muamanah & Suyadi, 2020).

Dalam praktiknya, langkah-langkah implementasi pembelajaran bermakna meliputi: (1) Guru harus mentujuan menentukan tujuan dari proses pembelajaran; (2) Guru melakukan identifikasi karakteristik peserta didik kemampuan yang telah dimiliki, gaya belajar, motivasi belajar dan lain-lain; (3) Memilah dan memilih materi

pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan membuat dalam bentuk konsep-konsep utama atau konsep inti; (4) Menentukan materi ke dalam topik-topik dan menyampaikannya dalam bentuk *advance organizer* yang selanjutnya dipelajari oleh peserta didik; (5) Mempelajari konsep-konsep inti tersebut, dan menerepkannya dalam bentuk nyata/konkret; (6) Melakukan penilaian pada proses pembelajaran dan hasil belajar dan hasil belajar peserta didik (Rahmah, 2018).

Belajar bermakna dapat menumbuhkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, dengan membangun pemahaman mendalam dan kemampuan berpikir kritis. Sehingga peserta didik mampu mengonstruksi makna secara mandiri, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dengan kehidupan nyata dan menjadi kunci untuk yang tidak tahu tetapi juga memahami.

2.1.4 Teori Pembelajaran *Joyfull Learning*

Joyfull learning merupakan teori terapan dalam pendidikan yang berakar pada pendekatan pembelajaran partisipatif, konstruktivistik, dan berpusat pada peserta didik (Rahmawati *et al.*, 2024). Konsep ini menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam proses belajar melalui penciptaan suasana yang interaktif, positif, dan penuh semangat. Tujuan utama dari *joyfull learning* adalah menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, bermakna, dan relevan, sehingga mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengembangan karakter peserta didik secara mendalam (Diputera & Zulpan, 2024).

Sebagai teori pembelajaran terapan, *joyfull learning* tidak berdiri sendiri, tetapi merupakan hasil integrasi dari berbagai landasan teoretis utama dalam pendidikan. Pendekatan ini menggabungkan prinsip-prinsip pembelajaran bermakna, teori konstruktivisme, serta psikologi perkembangan anak. Selain itu, *joyfull learning* menekankan pentingnya aspek afektif dalam menciptakan suasana belajar yang membahagiakan dan membangkitkan antusiasme peserta didik, karena emosi positif terbukti memperkuat proses kognitif dan sosial dalam pembelajaran (Rahman & Muslem, 2024).

Dari sudut pandang neurosains, suasana belajar yang menyenangkan terbukti dapat meningkatkan aktivitas dopamin di dalam otak (Jawak, 2025). Dopamin merupakan salah satu neurotransmitter utama yang berperan penting dalam penguatan perhatian, pengolahan memori, serta regulasi stres, sehingga keberadaannya mendukung peserta didik dalam menyerap dan mengolah informasi secara lebih efektif. Dalam konteks *joyfull learning*, fokus utama pembelajaran diarahkan pada penciptaan emosi positif, keterlibatan aktif, dan eksplorasi pengalaman belajar yang bermakna, yang secara neurologis dapat merangsang area otak yang mendukung proses kognitif dan afektif peserta didik (Diputera & Zulpan, 2024). Selaras dengan prinsip tersebut, teori *flow* yang dikemukakan oleh Csikszentmihalyi memperkuat fondasi teoretis *joyfull learning*. Teori *flow* menekankan pentingnya keterlibatan penuh peserta didik dalam aktivitas belajar yang menantang namun menyenangkan, di mana mereka mengalami kondisi fokus mendalam, hilangnya kesadaran waktu, dan perasaan puas terhadap proses yang dijalani (Ulfa *et al.*, 2020). Kondisi ini menciptakan lingkungan belajar yang optimal, mendorong pembelajaran yang berkesinambungan, serta memperkuat motivasi dan pemahaman konseptual secara mendalam.

Joyfull learning juga memiliki prinsip-prinsip utama yang menjadi kerangka pelaksanaan teori ini, yaitu:

- (1) suasana belajar yang menyenangkan dan bebas tekanan;
- (2) relevansi pembelajaran dengan pengalaman hidup peserta didik;
- (3) keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran;
- (4) pembelajaran yang bersifat iteratif dan reflektif; serta
- (5) interaksi sosial yang positif antara guru dan peserta didik (Salahuddin *et al.*, 2023).

Efektivitas *joyfull learning* telah dibuktikan oleh berbagai penelitian. Penelitian (Nurfalaq *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa penerapan menggembirakan berbasis kegiatan *outdoor* pada pelajaran IPA meningkatkan antusiasme dan hasil belajar peserta didik SD. Demikian pula, (Taskirah & Amaliah, 2025) menunjukkan bahwa penggunaan *joyfull learning* berbasis media Lego meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan aktif peserta didik dalam mempelajari struktur DNA, yang

berimplikasi pada peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Joyfull learning merupakan pendekatan pembelajaran yang efektif dan inovatif untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta kemampuan pemecahan masalah peserta didik, sehingga berkontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pendidikan secara menyeluruh.

2.2 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

2.2.1 Pengertian LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah bahan ajar bahan ajar cetak yang berupa lembaran-lembaran yang berisi materi, ringkasan dan petunjuk yang harus dilaksanakan peserta didik (Karima *et al.*, 2025). Dari pendapat Putri, (2019) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ialah bahan ajar cetak yang berisikan panduan dapat digunakan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan mereka. Meskipun demikian, di dalamnya tidak sekedar berisi petunjuk kegiatan, oleh karena LKPD berisikan pula uraian pokok materi, tujuan kegiatan, alat/bahan yang diperlukan dalam kegiatan, dan Langkah-langkah kerja. Selain itu berisikan pula soal-soal Latihan, baik berupa pilihan objektif, melengkapi, jawaban singkat, uraian, dan bentuk-bentuk soal atau latihan lainnya (Kosasih, 2021).

LKPD juga dapat didefinisikan sebagai bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yang mengacu pada kompetensi dasar yang dicapai (Prastowo, 2011). Sementara itu menurut Widjajanti, (2008) menjelaskan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan oleh pendidik sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. LKPD yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi.

Proses kegiatan penyelidikan membutuhkan LKPD sebagai panduan untuk memahami materi pembelajaran. Trianto, (2011) menyatakan bahwa LKPD adalah panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau

pemecahan masalah. Lembar kerja ini dapat berupa panduan untuk latihan dan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembang semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen atau demonstrasi. Berdasarkan pendapat para ahli, LKPD dapat didefinisikan sebagai bahan ajar media cetak yang berisi lembaran-lembaran dan membangun aktivitas melakukan kegiatan penyelidikan dan pemecahan masalah.

2.2.2 Tujuan LKPD

Menurut Prastowo, (2014) dilihat dari tujuannya maka LKPD dibagi lima macam bentuk: (1) LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep; (2) LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan; (3) LKPD yang berfungsi sebagai penuntun belajar; (4) LKPD yang berfungsi sebagai penguatan; (5) LKPD yang berfungsi sebagai petunjuk pratikum. Sedangkan manfaat lembar kerja peserta didik (LKPD) adalah sebagai berikut: (1) Mengaktifkan peserta didik dalam proses pembelajaran; (2) Membantu peserta didik dalam mengembangkan konsep; (3) Melatih peserta didik dalam menemukan dan mengembangkan keterampilan proses; (4) Sebagai pedoman pendidik dan peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran; (5) Membantu peserta didik memperoleh catatan tentang materi yang dipelajari melalui kegiatan belajar. Membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis

2.2.3 Kriteria Kelayakan LKPD

Penyusunan LKPD harus memenuhi beberapa persyaratan sehingga LKPD tersebut nantinya dikatakan layak untuk digunakan. Terdapat tiga syarat LKPD dikatakan layak, yaitu syarat ditaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknis (Widjajanti, 2008). Penjabaran syarat dan indikator kelayakan LKPD sesuai **Tabel 1**.

Tabel 1. Syarat Ditaktik, Konstruksi, dan Teknis

No	Syarat	Indikator
1.	Ditaktik	1. Mengajak peserta didik aktif dalam pembelajaran 2. Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep 3. Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik 4. Mengembangkan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri peserta didik 5. Memberikan pengalaman belajar bagi peserta didik.
2.	Konstruksi	1. Menggunakan Bahasa yang sesuai dengan Tingkat umur peserta didik 2. Menggunakan struktur kalimat yang jelas 3. Memiliki tata urutan Pelajaran yang sesuai Tingkat kemampuan anak 4. Hindarkan pertanyaan yan terlalu terbuka 5. Tidak mengacu pada buku sumber yang di luar kemampuan keterbacaan peserta didik 6. Memberikan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk menulis maupun menggambar 7. Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek 8. Gunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata 9. Dapat digunakan oleh peserta didik dengan kemampuan akademik yang beragam 10. Memiliki tujuan pembelajaran yang jelas 11. Mempunyai identitas yang memudahkan administrasinya.
3.	Teknis	1. Penulisan yang konsisten 2. Penggunaan gambar yang sesuai 3. Penampilan yang menarik

(Widjajanti, 2008)

2.2.4 Langkah-langkah Penulisan LKPD

Menurut Prastowo, (2014) peserta didik perlu adanya motivasi belajar dan mendalami materi melalui bahan ajar yang disajikan seperti LKPD oleh karena itu dalam pengembangan LKPD bagi peserta didik. Dalam menyiapkan LKPD dapat dilakukan dengan Langkah-langkah sebagai berikut.

1. Analisis Kurikulum

Langkah ini dilakukan untuk menentukan materi yang memerlukan LKPD.

Analisis kurikulum membantu guru mengetahui materi pokok, pengalaman belajar, dan kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik.

2. Menyusun Peta Kebutuhan LKPD

Peta kebutuhan LKPD digunakan untuk mengetahui jumlah LKPD yang harus ditulis dan melihat urutan LKPD yang akan dibuat.

3. Menentukan Judul LKPD

Judul LKPD harus sesuai dengan materi pokok dan kompetensi dasar yang akan dicapai. Judul ini harus jelas dan memberikan gambaran tentang isi LKPD.

4. Penulisan LKPD

Penulisan LKPD dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Merumuskan Kompetensi Dasar

Merumuskan kompetensi dasar berdasarkan kurikulum yang berlaku dalam kurikulum merdeka kitab isa Merumuskan tujuan pembelajaran (TP) dan alur tujuan pembelajaran (ATP) yang merupakan penjabaran dari capaian pembelajaran (CP).

b. Menentukan alat penilaian

Penilaian dapat berupa soal pilihan ganda atau esai, dan Penilaian Acuan Patokan (PAP) jika penilaian didasarkan pada kompetensi. Di dalam lembar kerja peserta didik (LKPD), PAP digunakan untuk menilai keterampilan peserta didik dalam memahami konsep dan menerapkannya dalam situasi nyata.

c. Menyusun Materi Pembelajaran

Materi harus sesuai dengan kompetensi dasar dan dapat diambil dari berbagai sumber. Materi LKPD dapat berupa informasi pendukung, yaitu Gambaran umum atau ruang lingkup materi yang akan dipelajari. Materi dapat diambil dari beberapa sumber seperti buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian. Tugas-tugas dan petunjuk harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan tentang hal-hal yang seharusnya peserta didik dapat melakukannya, misalnya tentang tugas diskusi.

d. Memperhatikan Struktur LKPD

Struktur LKPD meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas dan langkah kerja, serta penilaian. Umumnya struktur LKPD terdiri dari judul LKPD, mata pelajaran, semester, tempat, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, indikator yang akan dicapai oleh peserta didik, informasi pendukung, tugas-tugas, langkah-langkah pengerjaan, dan assesmen.

2.3 *PjBL-STEM (Project Based Learning - Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*

2.3.1 Pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*

Pendekatan *STEM* menggabungkan empat komponen utama, yaitu *Sains*, Teknologi, Teknik, dan Matematika, yang bertujuan untuk memperkuat pengajaran di bidang-bidang tersebut. Pendekatan ini tidak hanya mengajarkan disiplin ilmu tersebut secara terpisah, tetapi juga mengintegrasikan semuanya untuk memecahkan masalah nyata yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari maupun dunia profesi (Riyanto *et al.*, 2021).

Menurut Torlakson, (2014) penggabungan empat disiplin ilmu ini menciptakan hubungan yang harmonis antara masalah dunia nyata dan pembelajaran berbasis masalah, sehingga menghasilkan sistem pembelajaran yang kohesif dan aktif, di mana keempat elemen tersebut saling berperan dalam menyelesaikan permasalahan. Selain itu, bahkan keterampilan peserta didik dalam pemecahan masalah,

pengetahuan, kemampuan kreatif, termasuk keterampilan pemecahan masalah kompleks dalam permasalahan global yang makin kompleks juga dapat ditingkatkan dan dikembangkan melalui penerapan pendekatan *STEM* dalam pembelajaran (Abdurrahman *et al.*, 2023).

Pembelajaran dengan pendekatan *STEM* memberikan pengalaman belajar yang aktif dan bermakna secara kontekstual (Chomphuphra *et al.*, 2019). Integrasi *STEM* mendorong peserta didik untuk membangun pengetahuan baru dan kemampuan pemecahan masalah untuk menghadapi masalah dunia nyata (Davidi *et al.*, 2021). Sandall *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis *STEM* melibatkan integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika dengan bidang studi lain melalui pengalaman belajar berbasis *project* yang menuntut penerapan pengetahuan untuk memecahkan masalah nyata dalam konteks kolaboratif. Hal ini sejalan dengan pandangan Bybee yang menekankan pentingnya pendidikan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (*STEM*) dalam mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21. Meskipun pendekatan *STEM* memiliki karakteristik tersendiri, pendekatan ini dapat dilengkapi dengan integrasi perspektif lingkungan dan sosial kemasyarakatan, sehingga pembelajaran sains dan teknologi menjadi lebih kontekstual, relevan, dan berorientasi pada keberlanjutan (Yulianti & Herpratiwi, 2024)

Menurut Sumaya *et al.*, (2021) pendekatan *STEM* memiliki banyak keunggulan, di antaranya adalah kemampuan untuk mengembangkan pemahaman peserta didik mengenai hubungan antar prinsip, konsep, dan keterampilan lintas disiplin ilmu. Pendekatan ini juga dapat membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik, mendorong mereka berpikir kritis dan kreatif, serta memfasilitasi pemahaman mereka terhadap proses ilmiah melalui eksperimen. Selain itu, *STEM* mendorong kolaborasi dalam pemecahan masalah, memperkuat hubungan antara berpikir dan bertindak, serta membantu peserta didik membangun pengetahuan aktif melalui pembelajaran mandiri.

Siregar & Siregar, (2024) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *STEM* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis, karena pendekatan ini dirancang untuk menciptakan suasana belajar yang mendukung keterampilan analisis, penalaran, prediksi, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi. Pendekatan *STEM* memungkinkan peserta didik menjadi lebih baik dalam memecahkan masalah, menjadi inovator, kreatif, mandiri, serta meningkatkan kemampuan berpikir logis dan literasi teknologi (Suhery Tatang, 2017). Penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan *STEM* mengembangkan keterampilan kognitif peserta didik, seperti kemampuan pemecahan masalah, melalui konteks yang nyata (C.-S. Chen & Lin, 2019).

Hal yang sama juga didukung oleh Davidi *et al.*, (2021) yang mengungkapkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan *STEM* dapat memunculkan keterampilan penting dalam diri peserta didik, seperti kemampuan menyelesaikan masalah dan melakukan penyelidikan. Pendekatan *STEM* tidak hanya menjadikan peserta didik sebagai pemecah masalah, tetapi juga mengasah kemampuan berpikir logis mereka serta pemahaman tentang bagaimana ilmu pengetahuan diterapkan dalam kehidupan nyata. Dengan penerapan yang tepat, pembelajaran berbasis *STEM* memungkinkan peserta didik untuk memecahkan masalah dunia nyata secara efektif, meningkatkan keterampilan berpikir mereka, dan mempersiapkan mereka menghadapi tantangan masa depan dengan lebih percaya diri dan kompeten.

Tabel 2. Definisi Literasi *STEM*

<i>STEM</i>	Literasi <i>STEM</i>
<i>Science</i>	Literasi Ilmiah: Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan Science ilmiah serta proses untuk memahami alam dan juga kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan agar dapat memengaruhi.
<i>Technology</i>	Literasi teknologi: Kemampuan untuk menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, serta dapat menilai teknologi teknologi tersebut. Peserta didik diharapkan kemampuan menganalisis teknologi mempengaruhi memiliki untuk bagaimana baru dapat individu, masyarakat, bangsa, maupun dunia.

STEM	Literasi STEM
<i>Engineering</i>	Literasi Desain: Kemampuan memahami bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui Engineering proses rekayasa/desain. Hal ini dapat diwujudkan dengan pembelajaran yang menggunakan tema berlandas <i>project</i> dengan mengintegrasikan cara beberapa mata pelajaran yang tidak sama (interdisipliner).
<i>Mathematics</i>	Literasi matematika: Perpaduan dalam menganalisis, menalar, serta mengomunikasikan pandangan baru secara efektif. Kemampuan peserta didik dalam bersikap, merumuskan, memecahkan, serta menafsirkan sebuah solusi untuk persoalan matematika pada berbagai situasi yang tidak sama.

(Bybee, 2013)

2.3.2 Model Pembelajaran *PjBL-STEM* (*Project Based Learning - Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

Project based Learning (*PjBL*) adalah pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam *project* nyata yang relevan dengan kehidupan mereka. Dalam model ini, peserta didik dapat memahami konsep dan keterampilan melalui pengalaman langsung serta pemecahan masalah (Thomas, 2000). *PjBL* menekankan pembelajaran kontekstual, di mana peserta didik diberi kebebasan untuk merencanakan kegiatan belajar, melaksanakan *project* secara kolaboratif, dan menghasilkan produk akhir (Miftah *et al.*, 2024).

Model pembelajaran *PjBL* berbasis *STEM* adalah pendekatan yang membentuk peserta didik dalam kelompok untuk menyelesaikan *project* yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika (Erlinawati *et al.*, 2019). Dalam penerapan strategi *PjBL-STEM*, peserta didik dihadapkan pada *project* nyata yang mendorong mereka untuk menerapkan konsep-konsep *STEM* secara terpadu, sehingga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (Megawati *et al.*, 2023).

Pembelajaran berbasis *project* merupakan salah satu karakteristik utama dalam pendidikan berbasis *STEM*. *PjBL-STEM* dapat berpengaruh meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik hal ini sesuai dengan pernyataan (Linh *et*

al., 2019; Usboko *et al.*, 2021) dikarenakan kerangka kerja *STEM* yang dinilai dapat membangun pemahaman peserta didik tentang bagaimana sesuatu bekerja dan memfasilitasi peserta didik dalam membuat solusi. *PjBL-STEM* dinilai efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik secara terstruktur dan terbuka (Baran *et al.*, 2021; Purwaningsih *et al.*, 2020). Hasil penelitian yang telah dilakukan (Indranuddin *et al.*, 2024) kemampuan *Computational Thinking* peserta didik meningkat dengan menggunakan *PjBL-STEM*, peserta didik mampu menyelesaikan masalah dengan komponen berpikir komputasional, hal ini terlihat dari kemampuan *Computational Thinking* peserta didik dalam mendeskripsikan masalah dan menentukan solusi pemecahan masalah. Dengan menggabungkan *STEM* dengan *PjBL*, peserta didik dapat terlibat lebih maksimal dalam proses pembelajaran, karena pendekatan ini menekankan pada desain dan pengembangan *project* yang mengharuskan peserta didik mengikuti setiap tahap dalam proses *STEM* itu sendiri (Samsudin *et al.*, 2020).

Selain itu, *PjBL-STEM* memungkinkan peserta didik untuk meningkatkan kesadaran diri dalam memecahkan masalah yang ada di lingkungan mereka (Baran *et al.*, 2021). Kesadaran ini dapat menumbuhkan sikap positif terhadap cara berpikir dan cara penyelesaian masalah yang berkaitan dengan lingkungan. Model pembelajaran ini juga memiliki kelebihan dalam meningkatkan aktivitas belajar peserta didik, karena menuntut mereka untuk aktif terlibat dalam *project* yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Astuti, 2024). Sejalan dengan penelitian (L. Chen *et al.*, 2019) *PjBL-STEM* terbukti dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan membuat pengalaman belajar menjadi lebih bermakna.

Tabel 3. Sintaks *PjBL-STEM*

Sintaks <i>PjBL-STEM</i>	Langkah- langkah
<i>Reflection</i>	Memperkenalkan peserta didik pada konteks masalah dan memotivasi mereka untuk mulai menyelidiki. Refleksi membantu peserta didik menghubungkan apa yang sudah diketahui dengan apa yang perlu dipelajari
<i>Research</i>	Peserta didik melakukan penelitian untuk mengumpulkan informasi relevan. Guru membantu

Sintaks PjBL-STEM	Langkah- langkah
	dengan menyediakan sumber belajar seperti bacaan atau metode lain untuk memperoleh pengetahuan
<i>Discovery</i>	Tahap ini melibatkan proses menghubungkan penelitian dengan informasi yang sudah diketahui dalam pengembangan <i>project</i> . Peserta didik mulai bekerja secara mandiri untuk menentukan apa yang masih belum diketahui dan membangun kerja sama dalam tim
<i>Application</i>	Peserta didik menerapkan pengetahuan yang diperoleh untuk mengembangkan solusi atau produk nyata. Mereka belajar bagaimana mengaplikasikan konsep-konsep <i>STEM</i> dalam konteks dunia nyata
<i>Communication</i>	Melibatkan penyajian hasil <i>project</i> kepada audiens. Peserta didik belajar mengomunikasikan temuan dan solusi mereka secara efektif, yang membantu mengembangkan keterampilan komunikasi dan presentasi.

(Laboy Rush, 2010)

2.4 Deep Learning Dalam Pendidikan

Deep lerning didefinisikan sebagai pendekatan yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olahraga secara holistik dan terpadu (Kemendikbud, 2025). Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk belajar secara sadar dan penuh perhatian, menikmati proses pembelajaran dengan antusias dan semangat serta menemukan makna dan relevansi dari apa yang dipelajari terhadap kehidupan mereka (Wijaya *et al.*, 2025). Hal ini memungkinkan peserta didik untuk terlibat aktif, menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, dan membangun pemahaman yang berdampak jangka panjang.

Deep learning pertama kali diperkenalkan oleh Marton & Säljö, (1976) sebagai pendekatan pembelajaran yang lebih menekankan pada pemahaman konseptual dan hubungan antar konsep. Pendekatan ini bertujuan untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam melalui pengalaman belajar yang lebih menyeluruh, di

mana peserta didik tidak hanya terlibat secara kognitif tetapi juga emosional dalam proses pembelajaran mereka. (Fullan *et al.*, 2018) memperluas konsep *deep learning* ke ranah pendidikan abad ke-21 dengan menekankan enam aspek penting yang harus dikembangkan secara bersamaan agar pembelajaran bermakna dan berkelanjutan. Enam aspek tersebut adalah: karakter kuat (*character*), keterampilan pembelajaran mendalam (*citizenship*), komunikasi dan kolaborasi (*communication and collaboration*), keterampilan berpikir kritis dan kreatif (*critical thinking and creativity*), penggunaan teknologi (*citizenship digital*), serta kegigihan dan ketekunan (*confidence*). Fullan menekankan bahwa *deep learning* bukan sekadar penguasaan materi, tetapi perubahan perilaku dan kemampuan untuk menerapkan pengetahuan dalam berbagai situasi yang kompleks dan dinamis (Hastuti *et al.*, 2025). Pendekatan Fullan ini sangat relevan diterapkan dalam konteks sekolah dasar karena selain aspek kognitif, pengembangan karakter dan sosial-emosional juga merupakan fondasi penting dalam pembelajaran anak sekolah dasar. Melalui aktivitas yang terencana, reflektif, dan menyenangkan, anak-anak dapat belajar tidak hanya untuk tahu, tetapi juga untuk berbuat dan bertanggung jawab, sehingga pendidikan menjadi proses transformatif yang menyeluruh.

Menurut Suwandi *et al.*, (2024) *deep learning* berusaha untuk menggantikan paradigma pembelajaran tradisional yang berfokus pada hafalan dengan pembelajaran yang lebih konstruktif dan reflektif, yang memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami materi tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kemampuan untuk memecahkan masalah. Astuti, (2024) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa sekolah yang mengimplementasikan pendekatan ini mengalami peningkatan signifikan dalam motivasi peserta didik serta pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Pendekatan ini juga sering dikaitkan dengan pembelajaran berbasis *project (PjBL)*, karena mengharuskan peserta didik untuk terlibat dalam *project* jangka panjang yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, di mana mereka menerapkan pengetahuan untuk mengatasi tantangan kompleks atau menciptakan produk yang bermakna. Hattie, (2020) menjelaskan bahwa *deep learning* mengedepankan

pemahaman konseptual dan penerapan pengetahuan secara kritis. Dalam penelitiannya Hattie, (2012) menemukan bahwa penerapan *deep learning* memberikan dampak yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik, dengan *effect size* 0.69, yang menunjukkan pengaruh positif yang besar terhadap pembelajaran. Darling-Hammond, (2001) menyatakan bahwa *deep learning* adalah proses aktif yang melibatkan peserta didik dalam penerapan dan eksplorasi konsep-konsep kunci, yang membantu mereka mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan mempersiapkan mereka menghadapi tantangan dunia nyata.

Di Indonesia, penerapan *deep learning* selaras dengan Kurikulum Merdeka, yang menekankan kebebasan belajar dan pembelajaran berbasis *project* (H. P. Sari, 2023). Mu'ti dalam (Tempo, 2024) juga memperkuat gagasan ini, menyatakan bahwa pendekatan *deep learning* akan menjadi bagian penting dari sistem pendidikan nasional, didukung oleh kebijakan pemerintah dan program pelatihan guru yang mendalam. Dengan beralaskan prinsip bermakna, berkesadaran, dan menggembirakan, *deep learning* menjadi dasar pembelajaran yang efektif dan transformatif di kelas.

2.4.1 *Deep Learning* dalam Kebijakan Pendidikan di Indonesia

Dalam konteks pendidikan di Indonesia, pendekatan *deep learning* mulai mendapatkan perhatian sebagai bagian dari transformasi pembelajaran nasional. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah melalui kebijakan pembelajaran mendalam (*deep learning*) tahun 2026 menekankan bahwa proses pembelajaran harus dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna (*meaningful learning*), berkesadaran (*mindful learning*), dan menggembirakan (*joyful learning*). Pendekatan ini diarahkan untuk mengembangkan kompetensi peserta didik secara holistik yang mencakup aspek kognitif, sosial, emosional, dan karakter.

Kebijakan pembelajaran mendalam tersebut memiliki keterkaitan dengan berbagai regulasi pendidikan nasional, antara lain Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menegaskan bahwa pendidikan bertujuan

mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman, berakhlak mulia, cakap, kreatif, dan mandiri. Selain itu, implementasi Kurikulum Merdeka sebagaimana diatur dalam Permendikbudristek tentang kurikulum pada pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah juga menekankan pembelajaran berpusat pada peserta didik melalui pengalaman kontekstual dan berbasis proyek yang memungkinkan terjadinya pembelajaran mendalam.

Penguatan Profil Pelajar Pancasila dalam kebijakan kurikulum nasional turut mendukung penerapan *deep learning* karena menekankan pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan reflektif. Dengan demikian, pendekatan *deep learning* tidak hanya memiliki landasan teoretis, tetapi juga didukung oleh kebijakan dan regulasi pendidikan nasional sebagai upaya peningkatan kualitas pembelajaran di Indonesia.

2.4.2 Prinsip Bermakna

Bermakna merupakan aspek fundamental dalam *deep learning* yang memungkinkan peserta didik untuk memahami materi secara mendalam dan menyeluruh. Hafidzhoh *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa dalam proses ini, informasi baru diintegrasikan dengan struktur pengetahuan yang sudah ada pada peserta didik, menciptakan jaringan pemahaman yang lebih kompleks. Ini tidak hanya sekedar menambah informasi, melainkan menghubungkan pengetahuan yang ada dengan konsep baru, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dan bertahan lama, berbeda dengan pembelajaran berbasis hafalan yang bersifat sementara dan dangkal.

Penerapan bermakna mendorong peserta didik untuk mengonstruksi pemahaman mereka sendiri melalui aktivitas yang menghubungkan konsep-konsep baru dengan pengalaman sehari-hari mereka (A. W. Sari & Arta, 2025). Selain itu, pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, seperti *project* kolaboratif dan diskusi kelompok, memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menerima informasi, tetapi juga

mengembangkan kemampuan untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi yang lebih luas. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menerapkan pendekatan bermakna adalah pembelajaran berbasis *project* (*PjBL*). Penelitian yang dilakukan oleh (Wahyuni, 2019) menyatakan bahwa peserta didik diajarkan dengan menggunakan metode *project based learning* memiliki pemahaman yang baik karena peserta didik mengerjakan *project* nyata yang memerlukan aplikasi berbagai konsep dan keterampilan. *Project* ini sering dirancang untuk memperkuat integrasi pengetahuan baru dengan pemahaman yang telah ada.

2.4.3 Prinsip Berkesadaran

Menurut Diputera & Zulpan, (2024) prinsip pembelajaran ini mendorong peserta didik untuk menjadi lebih sadar dan reflektif dalam cara mereka belajar, tidak hanya berkonsentrasi pada materi tetapi juga pada strategi yang mereka gunakan dan bagaimana mereka dapat meningkatkan pembelajaran mereka. Berkesadaran tidak hanya tentang konsentrasi, tetapi juga mencakup pengembangan kesadaran metakognitif yang memungkinkan peserta didik memahami dan mengelola proses belajar mereka sendiri. Dengan kata lain, peserta didik diajarkan untuk tidak hanya fokus pada materi yang dipelajari, tetapi juga pada cara mereka belajar, strategi yang digunakan, dan bagaimana mereka dapat meningkatkan efektivitas belajar mereka (A. W. Sari & Arta, 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh (Zhao *et al.*, 2024) menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa (MBIs) yang diterapkan dalam pembelajaran meningkatkan *self-regulated learning* (SRL). Wang *et al.*, (2023) menambahkan bahwa penelitian menunjukkan bahwa *berkesadaran* dapat meningkatkan kreativitas, kecerdasan, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Dengan menjadi lebih sadar akan proses metakognitif mereka, peserta didik dapat lebih efektif dalam mengevaluasi informasi dan menemukan solusi inovatif terhadap masalah.

Dalam pelaksanaannya, berkesadaran mendorong refleksi melalui praktik-praktik dan diskusi metakognitif yang membuka ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi dan memperbaiki strategi belajar mereka. Dengan cara ini, peserta

didik tidak hanya mengembangkan keterampilan akademis, tetapi juga keterampilan pengelolaan diri yang esensial dalam kehidupan pribadi dan profesional mereka.

2.4.4 Prinsip Menggembirakan

Menggembirakan menambah dimensi emosional yang sangat penting dalam *deep learning*, di mana pembelajaran tidak hanya menjadi suatu kewajiban tetapi juga pengalaman yang menyenangkan dan penuh kreativitas. Nur, (2019) menekankan bahwa pembelajaran yang menyenangkan dapat memperkuat motivasi intrinsik peserta didik, membuat mereka lebih antusias dalam menghadapi tantangan akademik. Menggembirakan melibatkan metode pembelajaran yang mengintegrasikan permainan, kreativitas, dan eksplorasi, seperti *project* kreatif yang memungkinkan peserta didik mengekspresikan ide mereka melalui berbagai media.

Prinsip pembelajaran ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik tetapi juga mendukung perkembangan sosial-emosional mereka, seperti keterampilan komunikasi, empati, dan kerja sama. Lingkungan belajar yang menyenangkan juga dapat mengurangi stres dan kecemasan yang sering kali menghambat proses pembelajaran, sehingga peserta didik lebih mudah mengatasi tantangan akademik dan belajar dengan lebih efektif.

Penerapan ketiga prinsip pembelajaran bermakna, berkesadaran, dan menggembirakan memerlukan perencanaan yang cermat. Guru harus merancang pengalaman pembelajaran yang memadukan ketiganya secara harmonis untuk menciptakan lingkungan yang tidak hanya efektif tetapi juga bermakna dan menyenangkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Wijaya *et al.*, (2025) di SDN 1 Wulung menunjukkan bagaimana ketiga prinsip pembelajaran ini dapat diintegrasikan dengan sukses. Di sekolah tersebut, bermakna diterapkan dengan mengaitkan pembelajaran dengan isu-isu lokal, seperti *project* konservasi mata air yang

menghubungkan teori dengan praktik langsung di komunitas. Berkesadaran diterapkan melalui strategi metakognitif, termasuk penggunaan jurnal refleksi dan diskusi kelompok terarah, yang memperkuat pemahaman peserta didik tentang cara mereka belajar. Menggembirakan diwujudkan melalui penggunaan permainan tradisional dan seni budaya lokal Blora yang menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan sekaligus kaya akan nilai-nilai kultural. Hasilnya, pendekatan ini tidak hanya meningkatkan motivasi peserta didik tetapi juga memperkaya pengalaman belajar mereka.

2.5 LKPD Berbasis *PjBL-STEM* Terintegrasi *Deep Learning*

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis pendekatan *Project-Based Learning (PjBL)* yang terintegrasi dengan *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* dan *Deep Learning* memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterampilan berpikir komputasi peserta didik. Pendekatan ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai panduan sistematis yang mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan *project* berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terintegrasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Sayekti & Suparman, 2020) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *PjBL* dengan pendekatan *STEM* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat bergantung pada kesesuaian bahan ajar dengan karakteristik peserta didik serta model pembelajaran yang digunakan (Munawaroh *et al.*, 2022) juga mengungkapkan bahwa penggunaan LKPD berbasis *STEM* dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir komputasi peserta didik, dari keempat indikator berpikir komputasi mayoritas peserta didik memiliki kemampuan indikator dekomposisi dan abstraksi yang baik.

Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa peserta didik mampu memecahkan permasalahan di sekitarnya dengan tahapan penyelesaian dan pola berpikir komputasi, peserta didik mampu memahami permasalahan secara kompleks dengan

mengelompokkannya menjadi kecil sehingga mendapatkan informasi penting dalam rangka mengenal kesamaan dan perbedaan umum dari permasalahan, peserta didik mampu merancang desain solusi, membuat *project*, dan menguji coba *project* yang telah dibuat dan peserta didik juga mampu menganalisis hasil data percobaan yang telah didapat sehingga dapat mengomunikasikan dengan baik hasil dan kesimpulan percobaan yang telah dilakukan. Oleh karena itu, pengembangan LKPD yang dirancang dengan pendekatan *PjBL-STEM* ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam, menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari dengan masalah nyata di kehidupan sehari-hari.

Integrasi *Project Based Learning (PjBL)* dan *STEM* terbukti efektif meningkatkan keterampilan abad ke-21 peserta didik, seperti literasi digital, kreativitas, dan pemecahan masalah (Ndiung & Menggo, 2024; Sumarni & Kadarwati, 2020). Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga mengaplikasikannya dalam *project* nyata, sehingga meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kemampuan berpikir kritis termasuk pemikiran komputasional (Chang *et al.*, 2023). Kolaborasi *PjBL-STEM* juga membentuk peserta didik yang adaptif, inovatif, dan siap menghadapi tantangan global melalui solusi praktis berbasis *STEM*.

Integrasi *Deep learning* dalam *PjBL-STEM* memperkuat pengembangan keterampilan berpikir komputasi peserta didik dengan fokus pada tiga prinsip bermakna, berkesadaran, dan menggembirakan. Prinsip bermakna menghubungkan konsep-konsep baru dengan pengetahuan yang sudah ada, meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari. Berkesadaran mengajak peserta didik untuk lebih sadar dan reflektif terhadap proses belajar mereka, sementara menggembirakan menciptakan atmosfer yang menyenangkan, yang meningkatkan motivasi intrinsik peserta didik untuk belajar.

Penerapan pendekatan ini secara keseluruhan menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih bermakna, menyenangkan, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif peserta didik.

Dengan demikian, LKPD berbasis *PjBL-STEM* yang terintegrasi dengan *deep learning* tidak hanya efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasi, tetapi juga relevan untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21.

2.6 Kemampuan *Computational Thinking* (Berpikir Komputasi)

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk tidak hanya menguasai pengetahuan yang bersifat statis, tetapi juga keterampilan yang dapat mendukung kesuksesan dalam dunia yang penuh perubahan dan ketidakpastian. Salah satu keterampilan penting dalam pendidikan abad ke-21 adalah *Computational Thinking* (CT). Keterampilan ini merujuk pada kemampuan untuk memecahkan masalah dengan cara yang terstruktur dan analitis, yang sangat relevan dalam berbagai bidang, terutama sains dan teknologi.

Menurut Jeannette Wing, (2012) berpikir komputasi adalah suatu pendekatan untuk memecahkan masalah, merancang sistem dan memahami perilaku manusia yang mengacu pada konsep-konsep dasar komputasi. Karakteristik berpikir komputasi menurut Wing, (2006) yaitu: (1) berdasarkan konsep bukan pemrograman; (2) kemampuan dasar yang harus dimiliki setiap orang; (3) cara manusia berpikir bukan cara komputer berpikir; (4) saling melengkapi dan mengkombinasikan antara pemikiran matematis dan pemikiran teknik; (5) merupakan ide; (6) untuk setiap orang di setiap tempat; (7) secara intelektual mengharuskan masalah saintifik dapat dipahami dan diselesaikan; (8) orang yang memiliki kemampuan komputasi dapat menguasai komputer-sains dan melakukan apa saja.

Computational Thinking menggambarkan aktivitas mental dalam merumuskan masalah untuk mencari solusi komputasional. CT merupakan suatu proses berpikir yang memanfaatkan beberapa unsur diantaranya unsur abstraksi, unsur generalisasi, unsur dekomposisi, unsur pemikiran algoritmik, dan unsur *debugging* (mendeteksi dan mengoreksi kesalahan) (Maharani *et al.*, 2020). Abstraksi dan generalisasi

sering digunakan bersama, karena abstrak dapat digeneralisasikan melalui beberapa parameter untuk memberikan kegunaan yang lebih besar.

Dekomposisi adalah keterampilan memecahkan masalah yang kompleks menjadi masalah yang lebih sederhana. Pemikiran algoritmik adalah keterampilan pemecahan masalah yang terkait dengan merancang solusi langkah demi langkah untuk suatu masalah dan berbeda dari pengkodean tetapi gagasan algoritmik dari pengurutan dan gagasan algoritmik aliran kontrol juga dianggap sebagai elemen penting dari pemikiran komputasional. *Debugging* adalah keterampilan untuk mengenali ketika tindakan tidak sesuai dengan instruksi, dan keterampilan untuk memperbaiki kesalahan (Angeli *et al.*, 2016).

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir komputasi adalah kemampuan dasar pada setiap orang untuk memecahkan dan menyelesaikan permasalahan yang dimilikinya.

Tabel 4. Indikator Kemampuan *Computational Thinking*

Indikator	Aktivitas Peserta didik
<i>Abstraction</i> (Abstraksi)	Kemampuan informasi untuk apa memutuskan tentang suatu entitas/objek yang diketahui untuk disimpan dan informasi apa yang harus diabaikan.
<i>Generalization</i> (Generalisasi)	Kemampuan untuk merumuskan solusi dalam istilah umum sehingga dapat diterapkan pada masalah yang berbeda.
<i>Decomposition</i> (Dekomposisi)	Kemampuan untuk memecahkan masalah yang kompleks menjadi bagian-bagian kecil atau sederhana yang lebih mudah untuk dipahami dan diselesaikan.
<i>Algorithms</i> (Algoritmik)	Kemampuan untuk merancang serangkaian operasi/ tindakan secara bertahap (selangkah demi selangkah) tentang cara menyelesaikan suatu masalah.

Indikator	Aktivitas Peserta didik
<i>Debugging</i>	Kemampuan untuk mengidentifikasi, menghapus, dan kesalahan.

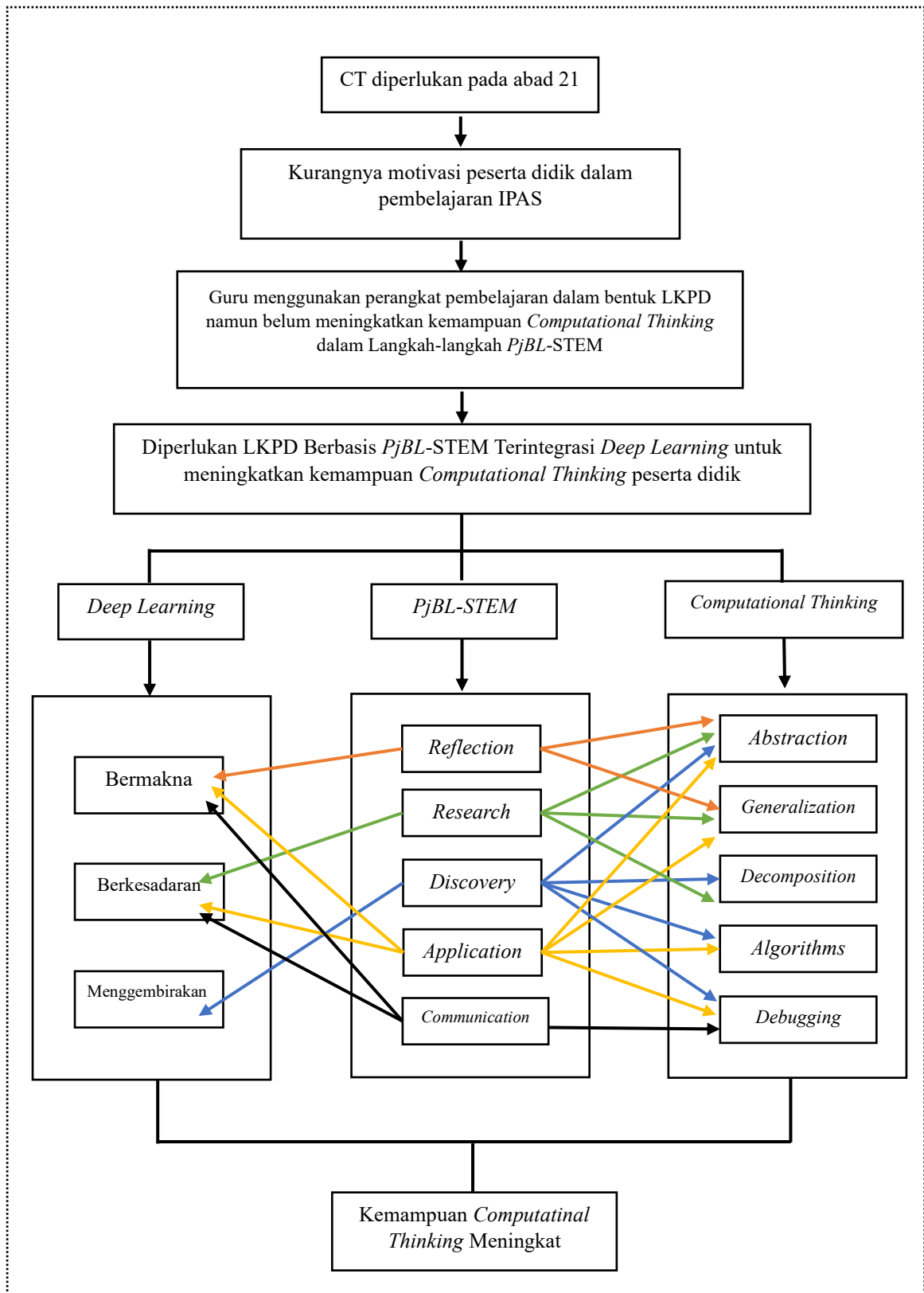
(Angeli *et al.*, 2016)

2.7 Kerangka Pemikiran

Computational Thinking (CT) adalah keterampilan utama yang harus dimiliki oleh peserta didik di abad ke-21 untuk mempersiapkan mereka dalam menghadapi tantangan global yang makin kompleks. Keterampilan ini mencakup pendekatan berpikir yang sistematis dan analitis dalam memecahkan masalah, meliputi elemen-elemen seperti abstraksi, dekomposisi, pengenalan pola, algoritma, dan *debugging*. Di Indonesia, meskipun pentingnya kemampuan ini makin diakui, penelitian menunjukkan bahwa kemampuan CT peserta didik masih relatif rendah, terutama dalam konteks sains dan matematika. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif untuk meningkatkan keterampilan ini melalui pembelajaran yang lebih aplikatif dan kontekstual.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang berfungsi tidak hanya sebagai bahan ajar, tetapi juga sebagai panduan yang sistematis dalam mengerjakan *project* berbasis *STEM*. LKPD ini dirancang untuk membantu peserta didik mengembangkan keterampilan seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma, yang esensial dalam *computational thinking*. Selain itu, penggunaan LKPD yang berbasis *PjBL-STEM* ini memungkinkan peserta didik untuk terlibat langsung dalam tugas-tugas yang menghubungkan pengetahuan dengan dunia nyata, sehingga mereka dapat memecahkan masalah kompleks dengan lebih efisien.

Melalui integrasi bermakna, berkesadaran, dan menggembirakan, LKPD yang dikembangkan akan menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih menyeluruh dan menyenangkan. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir komputasi peserta didik dengan cara yang lebih aplikatif dan bermakna, sekaligus mengembangkan keterampilan penting lain seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Berikut adalah penjelasan dari kerangka berpikir yang terdapat pada Gambar 1. Pada tingkat global, kemampuan *Computational Thinking* (CT) telah ditetapkan sebagai salah satu kompetensi fundamental abad ke-21, sejajar dengan literasi membaca dan numerasi (Kalelioğlu, 2019; Wing, 2006). CT diperlukan untuk memecahkan masalah secara sistematis melalui proses dekomposisi, abstraksi, generalisasi, perancangan algoritma, dan debugging. Meskipun demikian, pembelajaran IPAS di sekolah dasar belum mampu menumbuhkan kompetensi tersebut karena cenderung berpusat pada guru dan minim aktivitas eksploratif.

Kondisi ini berimplikasi pada turunnya motivasi belajar peserta didik, karena pembelajaran yang tidak memberikan ruang interaksi aktif bertentangan dengan teori konstruktivisme, yang menekankan bahwa peserta didik membangun pengetahuan melalui pengalaman (Saksono *et al.*, 2023). Hal ini juga bertentangan dengan prinsip pembelajaran menggembirakan, yang menjelaskan bahwa suasana pembelajaran monoton dapat menurunkan emosi positif dan keterlibatan belajar (Rahmawati *et al.*, 2024). Dengan demikian, panah pertama pada diagram menggambarkan kesenjangan antara tuntutan CT abad ke-21 dan kenyataan proses pembelajaran IPAS yang tidak kondusif bagi pengembangan motivasi belajar.

Tahapan berikutnya dalam diagram menunjukkan bahwa meskipun guru telah memanfaatkan LKPD, namun LKPD yang digunakan umumnya bersifat konvensional, berisi latihan soal, dan belum mengarah pada pembelajaran aktif maupun investigatif. Padahal teori tentang LKPD menegaskan bahwa LKPD ideal seharusnya memandu peserta didik melakukan penyelidikan, eksplorasi konsep, dan pemecahan masalah (Prastowo, 2014; Trianto, 2011). LKPD yang hanya memuat soal-soal tidak mampu menstimulasi komponen CT seperti dekomposisi atau algoritma.

Selain itu, ketidakmampuan LKPD konvensional mendorong rendahnya aktivitas intelektual yang ditegaskan dalam teori belajar bermakna Ausubel, bahwa pembelajaran tidak akan bermakna jika pengetahuan baru tidak dihubungkan dengan struktur kognitif yang sudah ada (Castro-Alonso *et al.*, 2019). Teori

konektivisme juga menegaskan bahwa pengetahuan seharusnya diperoleh melalui jejaring informasi, eksplorasi sumber, dan keterhubungan konsep (Wicaksono & Suradika, 2022) yang tidak terfasilitasi dalam LKPD pasif. Oleh karena itu, panah kedua pada diagram menggambarkan ketidakefektifan LKPD konvensional dalam meningkatkan CT.

Tahapan ketiga dalam diagram menjelaskan munculnya kebutuhan terhadap LKPD yang lebih inovatif dan sesuai teori. Berdasarkan teori *PjBL-STEM*, pembelajaran berbasis *project* memungkinkan peserta didik terlibat langsung dalam memecahkan persoalan nyata dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika (Baran *et al.*, 2021; Erlinawati *et al.*, 2019). Pendekatan ini terbukti efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan terutama kemampuan CT karena menuntut proses analisis, perancangan solusi, serta pengujian (Indranuddin *et al.*, 2024).

Pendekatan pembelajaran mendalam yang terdiri dari pembelajaran bermakna, pembelajaran berkesadaran, dan pembelajaran menggembirakan memberikan dukungan psikopedagogis yang kuat pada aktivitas *project* (Fullan *et al.*, 2018; Kemendikbud, 2025). Pembelajaran bermakna menurut Ausubel memastikan proses konstruksi makna dari konsep baru. Dengan demikian, integrasi *PjBL-STEM* dan pembelajaran mendalam menjadi solusi konseptual dari kelemahan LKPD konvensional. Panah ketiga menunjukkan bahwa kebutuhan pengembangan LKPD berbasis teori muncul sebagai respons terhadap akar masalah.

Tahap keempat menjelaskan hubungan teoretis antara prinsip pembelajaran mendalam dan lima sintaks *PjBL-STEM* (*Reflection, Research, Discovery, Application, Communication*). Peletakan prinsip-prinsip ini didasarkan pada kecocokan karakteristik kognitif dan afektif yang diperlukan pada tiap sintaks, sebagaimana dijelaskan oleh konstruktivisme, belajar bermakna, konektivisme, pembelajaran berkesadaran, dan pembelajaran menggembirakan.

2.7.1 Keterkaitan Prinsip *Deep Learning* dengan Sintaks *PjBL-STEM*

a. Pembelajaran Bermakna → *Reflection, Application, dan Communication*

Pembelajaran bermakna menekankan pengaitan pengetahuan baru dengan struktur kognitif yang telah dimiliki peserta didik (Ausubel, 1968). Pada tahap *Reflection*, peserta didik mengaktifkan pengetahuan awal untuk memahami konteks permasalahan, sehingga terbentuk pemaknaan awal yang menjadi dasar berpikir selanjutnya. Pada tahap *Application*, pemahaman yang telah terbentuk diterapkan dalam konteks nyata melalui kegiatan eksperimen atau pemecahan masalah, sehingga konsep tidak hanya dipahami secara teoritis tetapi juga fungsional. Pada tahap *Communication*, peserta didik mengungkapkan kembali hasil pemikiran dan solusi yang diperoleh. Kemampuan menjelaskan ulang ini menunjukkan bahwa pembelajaran telah bermakna karena konsep telah terintegrasi dalam struktur kognitif peserta didik.

b. Pembelajaran Berkesadaran → *Research, Application, dan Communication*

Pembelajaran berkesadaran menekankan perhatian penuh, kepekaan terhadap informasi, serta evaluasi kritis dalam proses belajar (Langer, 1997). Pada tahap *Research*, peserta didik secara sadar menyeleksi, menilai relevansi, dan memverifikasi informasi dari berbagai sumber. Pada tahap *Application*, kesadaran penuh diperlukan untuk memantau proses kerja, mengidentifikasi kesalahan, dan menyesuaikan strategi penyelesaian masalah. Pada tahap *Communication*, peserta didik menyampaikan ide dan hasil kerja dengan mempertimbangkan kejelasan serta ketepatan, yang mencerminkan kesadaran metakognitif terhadap proses berpikirnya.

c. Pembelajaran Menggembirakan → *Discovery*

Pembelajaran menggembirakan berkaitan dengan emosi positif, motivasi intrinsik, dan keterlibatan aktif peserta didik (Immordino-Yang & Damasio, 2007). Pada tahap *Discovery*, peserta didik melakukan eksplorasi dan penemuan konsep baru. Suasana belajar yang menyenangkan mendorong rasa ingin tahu, keberanian

mencoba, dan kreativitas, sehingga proses penemuan pengetahuan berlangsung lebih optimal.

2.7.2 Keterkaitan Sintaks *PjBL-STEM* dengan Indikator *Computational Thinking* (CT)

a. *Reflection* → *Abstraction* dan *Generalization*

Pada tahap *Reflection*, peserta didik mengidentifikasi inti permasalahan dan mengaitkannya dengan pengetahuan awal. Proses ini mendorong *abstraction*, karena peserta didik menyaring informasi penting dan mengabaikan detail yang tidak relevan. Selain itu, pengaitan pengalaman sebelumnya dengan konteks baru menghasilkan *generalization*, yaitu kemampuan menarik prinsip umum dari situasi yang dihadapi.

b. *Research* → *Abstraction*, *Generalization*, dan *Decomposition*

Pada tahap *Research*, peserta didik mengumpulkan dan menganalisis informasi dari berbagai sumber. Peserta didik melakukan *decomposition* dengan memecah permasalahan kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana untuk diteliti. Selanjutnya, proses pengolahan informasi mendorong *abstraction* melalui pemilihan informasi esensial, serta *generalization* ketika peserta didik menyimpulkan prinsip umum dari berbagai temuan.

c. *Discovery* → *Abstraction*, *Decomposition*, *Algorithm*, dan *Debugging*

Tahap *Discovery* menuntut peserta didik untuk menyintesis informasi menjadi konsep atau solusi baru. Proses ini memperkuat *abstraction* dan *decomposition*, karena peserta didik mengidentifikasi struktur inti permasalahan. Selanjutnya, peserta didik mulai menyusun *algorithm*, yaitu langkah-langkah sistematis penyelesaian masalah. Apabila ditemukan ketidaksesuaian hasil, peserta didik melakukan *debugging* dengan meninjau kembali konsep dan prosedur yang digunakan.

d. *Application* → *Abstraction*, *Generalization*, *Algorithm*, dan *Debugging*

Pada tahap *Application*, peserta didik menerapkan solusi atau algoritma yang telah dirancang dalam konteks nyata. Peserta didik kembali melakukan *abstraction* untuk menyesuaikan konsep dengan kondisi lapangan dan *generalization* ketika solusi diterapkan pada situasi serupa. Implementasi solusi menuntut penerapan *algorithm*, dan ketika muncul kesalahan atau hambatan, peserta didik melakukan debugging secara sistematis.

e. *Communication* → *Debugging*

Tahap *Communication* melibatkan penyampaian hasil kerja dan proses berpikir peserta didik. Melalui diskusi dan umpan balik dari guru maupun teman sebaya, peserta didik dapat mengenali kekeliruan logika, prosedur, atau hasil, sehingga mendorong proses debugging lanjutan untuk menyempurnakan solusi.

Integrasi antara *PjBL-STEM*, pembelajaran bermakna, pembelajaran berkesadaran, pembelajaran menggembirakan, dan indikator CT menghasilkan model pembelajaran yang saling menguatkan. Pembelajaran bermakna membangun fondasi konseptual, pembelajaran berkesadaran memperkuat proses analitis dan reflektif, dan pembelajaran menggembirakan menjaga motivasi. *PjBL-STEM* menyediakan konteks autentik dan kolaboratif untuk menerapkan ketiga prinsip tersebut, sementara konstruktivisme dan konektivisme menjelaskan bagaimana siswa mengonstruksi dan menghubungkan pengetahuan. Seluruh proses ini menghasilkan peningkatan CT secara bertahap dan sistematis, sehingga LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi pembelajaran mendalam merupakan strategi pedagogis yang logis dan teoretis untuk meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* peserta didik.

2.8 Anggapan Dasar

Anggapan dasar penelitian berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran adalah sebagai berikut.

1. Kemampuan *Computational Thinking* peserta didik sama
2. Kelas eksperimen dan kelas kontrol mempelajari materi yang sama yaitu tentang energi dan perubahannya
3. Faktor-faktor di luar penelitian ini diabaikan.

2.9 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran di atas, maka hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* tidak efektif meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model pembelajaran *Direct Instruction* pada materi energi dan perubahannya.

H_1 : LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* efektif meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model pembelajaran *Direct Instruction* pada materi energi dan perubahannya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di SDN 1 Mengandung Sari dan SD IT Mutiara Insani Pugung Raharjo, Kecamatan Sekampung Udik, Kabupaten Lampung Timur. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025-2026.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

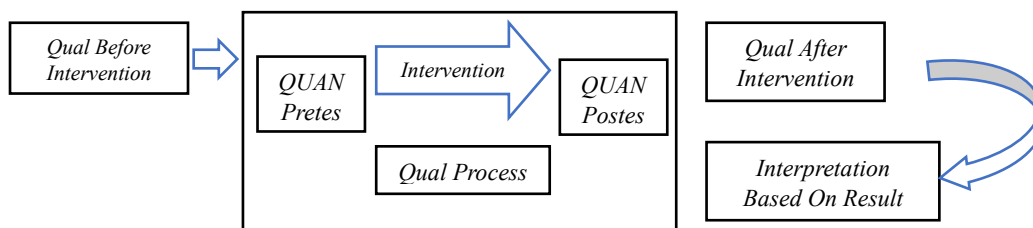
Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas IV SDN 1 Mengandung Sari dan SD IT Mutiara Insani. Sampel penelitian dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas IV SDN 1 Mengandung Sari sebagai kelas eksperimen dan peserta didik kelas IV SD IT Mutiara Insani sebagai kelas kontrol. Teknik sampel yang digunakan adalah *Purposive Sampling*. *Purposive Sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan cara memilih sampel secara sengaja berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap relevan dengan tujuan penelitian (Fraenkel & Wallen, 2008). Peneliti memilih kelas IV dikarenakan LKPD pembelajaran pada penelitian ini dikembangkan berdasarkan materi kelas IV yaitu materi energi dan perubahannya.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning*, variabel terikat pada penelitian ini, yaitu kemampuan *computational thinking* peserta didik.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *mixed methods* dengan desain *embedded experimental design*. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada hasil kuantitatif (uji efektivitas LKPD melalui *pretest* dan *posttest*), tetapi juga menekankan pemahaman kualitatif terhadap proses penerapan LKPD di kelas (Creswell, 2013). Dalam penelitian ini, data kuantitatif berperan sebagai data utama, sedangkan data kualitatif disisipkan (*embedded*) untuk memperkuat hasil kuantitatif. Dengan demikian, desain *embedded* membantu peneliti memahami tidak hanya hasil pengukuran, tetapi juga pengalaman belajar peserta didik dan guru selama implementasi LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning*. Desain penelitian ini mengacu pada model *Embedded Experimental Design* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.

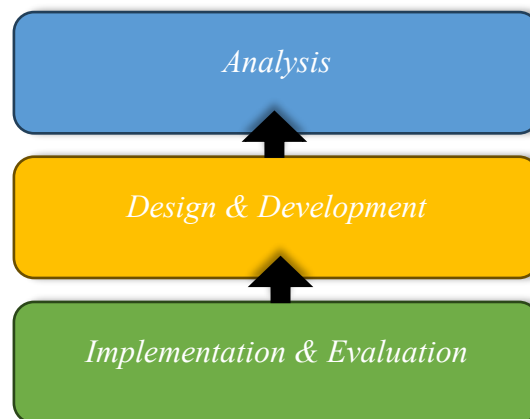


Gambar 2. *Embedded Experimental Design* (Creswell & Clark, 2007)

Gambar tersebut menunjukkan alur pengumpulan data dalam penelitian *mixed method embedded design*. Data kualitatif (*qual*) dikumpulkan pada tiga tahap utama, yaitu: (1) *qual before intervention* (wawancara dan observasi awal untuk memahami kondisi pembelajaran), (2) *qual process* (pengamatan proses belajar dan respon peserta didik selama intervensi), dan (3) *qual after intervention* (wawancara dan angket tanggapan setelah intervensi). Data kuantitatif (*QUAN*) dikumpulkan melalui *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan kemampuan *computational thinking*. Tahap *interpretation based on result* dilakukan dengan menggabungkan hasil kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

Setelah menjelaskan metode *mixed method embedded design*, penelitian ini secara operasional dikembangkan menggunakan kerangka *Design and Development Research* (DDR) (R. C. Richey & Klein, 2007).

DDR terdapat dua kategori, yaitu: *product and tool research*, dan *model research*. Dalam penelitian ini, desain yang digunakan pada kategori pertama yaitu pengembangan produk (*product and tool research*). DDR juga telah banyak berkontribusi dalam berbagai program pengembangan pembelajaran, pengembangan strategi dan bahan ajar, serta pengembangan produk dan sistem pembelajaran, dengan tujuan untuk menyelesaikan berbagai masalah pendidikan yang kompleks (Plomp, 2007). Oleh karenanya prosedur penelitian DDR terdiri atas tiga tahap yang terdiri dari *analysis, design & development, implementation & evaluation* yang kemudian dijabarkan dalam gambar 2.

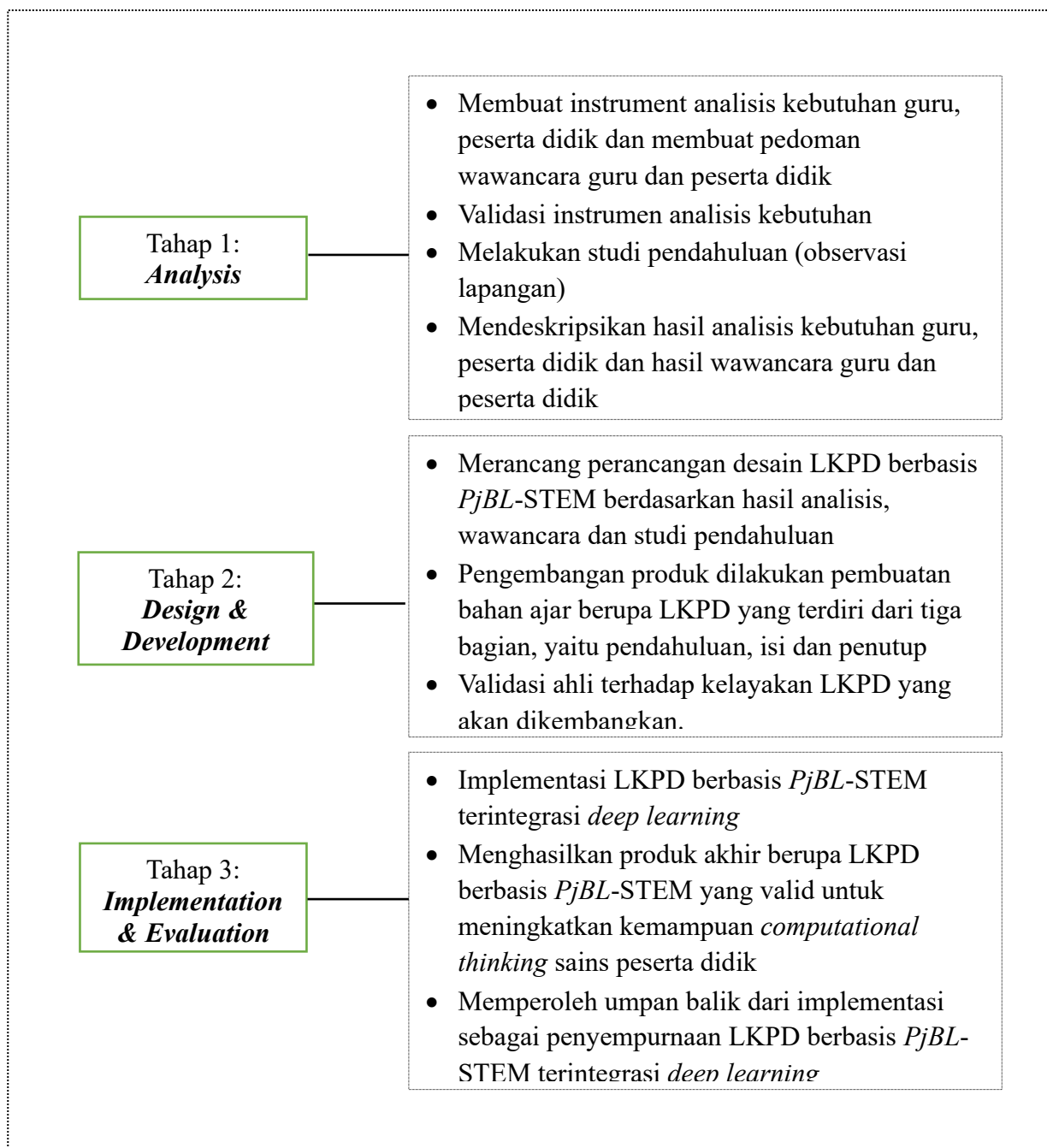


Gambar 3. Desain Penelitian DDR

(R. Richey & Klein, 2007)

3.5 Prosedur Pengembangan Produk

Prosedur pengembangan produk LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* menggunakan *mixed method embedded design* dan pendekatan DDR dengan tahapan yaitu *analysis, design & development*, serta *implementation & evaluation*.



Gambar 4. Alur Tahapan Pengembangan Produk

3.5.1 Tahap Analysis (*Qual Before Intervention*)

Tahap ini merupakan bagian dari *Qual Before Intervention* dalam model *Mixed Method Embedded Design*, di mana data kualitatif dikumpulkan sebelum intervensi dilakukan untuk memahami konteks pembelajaran dan kebutuhan pengembangan

LKPD. Tahapan analisis merupakan langkah awal dalam penelitian DDR, dalam penelitian DDR tahapan ini disebut juga sebagai tahapan *preliminary research*. Tahap ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan terhadap desain dan konten yang hasilnya digunakan sebagai acuan dalam merancang LKPD (Akker *et al.*, 2013).

Sebagai tahapan studi awal dalam fase *preliminary research* (analisis kebutuhan) peneliti melakukan studi pendahuluan untuk mengumpulkan data karakteristik peserta didik, identifikasi kesenjangan, identifikasi kebutuhan, dan analisis tugas yang didasarkan atas kebutuhan guru dan kebutuhan peserta didik seperti analisis kebutuhan terhadap sumber belajar terhadap kemampuan *Computational Thinking*. Data studi pendahuluan ini dikumpulkan menggunakan angket kuesioner *google form* yang dibagikan kepada yang direspon oleh 100 guru sekolah dasar dari berbagai wilayah provinsi Lampung. Analisis kebutuhan peserta didik yang di respon oleh 188 peserta didik dari berbagai wilayah di provinsi Lampung. Hasil analisis angket tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendesain sumber belajar yang dikembangkan.

Peneliti juga melakukan kunjungan dan observasi ke sekolah jenjang SD yang menjadi objek dalam penelitian ini dengan tujuan untuk untuk mengetahui kondisi awal serta mengetahui kesenjangan (*gap*) yang ada, yang kemudian juga akan menjadi bahan pertimbangan dalam merancang LKPD berbasis *PjBL-STEM*. Dalam melakukan tahap analisis peneliti mengumpulkan data melalui: observasi, penyebaran kuesioner dan wawancara kepada beberapa guru dan peserta didik yang ditetapkan sebagai objek penelitian sekaligus pengembangan dalam penelitian ini.

Hal ini peneliti lakukan guna mendapatkan pemahaman yang komprehensif mengenai persoalan yang ada sebagai bahan dalam merancang LKPD berbasis *PjBL-STEM*. Hal ini selaras dengan yang dikemukakan oleh (Akker *et al.*, 2013) bahwa tahapan ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman mengenai bagaimana menargetkan sebuah desain.

3.5.2 Tahap *Design & Development (Qual Process)*

1. *Design*

Tahap ini termasuk dalam *Qual Process* pada desain *Mixed Method Embedded Design*, di mana proses desain dan pengembangan dilakukan dengan memasukkan data kualitatif berupa masukan ahli sebagai dasar revisi rancangan produk. Tahap desain DDR juga dikenal dengan istilah *prototyping phases*. Tahap ini akan dilakukan perancangan desain LKPD *PjBL-STEM* dengan menggunakan alat bantu *Canva*. Hasil yang diperoleh dalam analisis kebutuhan digunakan dalam fase ini. Pada tahap ini membuat rancangan produk, yaitu membuat LKPD sesuai dengan kajian pustaka, pengamatan yang dilakukan di awal. Tahap desain mencakup: 1) menentukan indikator keterampilan berpikir komputasi, menentukan CP dan TP dari materi yang dikembangkan dalam sumber belajar berbasis *PjBL* terintegrasi *STEM* dan menyusun LKPD yang sesuai dengan keterlaksanaan pembelajaran. 2) menentukan sistematika penyajian materi melalui rancangan *story board*. Pada tahap ini peneliti juga membuat instrument validitas LKPD, instrumen kemenarikan dan keterbacaan LKPD, instrumen *assessment* untuk mengukur kemampuan berpikir komputasi peserta didik.

2. *Development*

Tahap pengembangan DDR juga dikenal dengan istilah *prototyping phases*. Fase ini menciptakan beberapa bentuk *prototype* alat atau konten program yang dikembangkan. Pengembangan produk dilakukan pembuatan bahan ajar berupa LKPD yang terdiri dari tiga bagian, yaitu pendahuluan, isi dan penutup. Pada bagian pendahuluan terdiri dari CP/TP. Sedang pada bagian isi terdiri dari konten materi pembelajaran dan soal-soal evaluasi yang terintegrasi pada aspek-aspek *STEM*. Pada bagian penutup terdiri dari daftar pustaka dan profil penulis. LKPD yang dikembangkan berisi materi tentang pembiasaan energi dan perubahannya. Selanjutnya, dilakukan validasi terhadap LKPD berbasis *PjBL-STEM*. Tujuan validasi ini untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan pada pembelajaran. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi validasi isi dan konstruk. Masukan dari validator dan observasi selama proses pengembangan

berfungsi sebagai data kualitatif untuk memperkuat hasil validasi dan kepraktisan produk sebelum diimplementasikan.

3.5.3 Tahap *Implementation & Evaluation (Quan pretest – Intervention – Quan posttest)*

Tahap ini merupakan gabungan dari *Quan Pretest*, *Intervention*, dan *Quan Posttest* yang menjadi inti dari pendekatan *Mixed Method Embedded Design*. Data kuantitatif utama diperoleh dari hasil pretest dan posttest kemampuan *Computational Thinking*, sementara data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara dan observasi selama dan setelah intervensi (*Qual After Intervention*). Tahap implementasi dan evaluasi LKPD berbasis *PjBL-STEM* yang telah dikembangkan serta evaluasi terhadap efektivitasnya. Setelah LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* melewati serangkaian validasi, uji coba, dan revisi pada tahap desain dan pengembangan produk final perlu diimplementasikan untuk mengetahui apakah LKPD yang dikembangkan dapat mengatasi permasalahan *computational thinking* pada materi energi dan perubahannya.

Selanjutnya, melakukan evaluasi atau istilah lainnya adalah *assesment phase*, dimana tahapan ini bertujuan untuk mengetahui apakah LKPD yang dirancang sesuai dengan tujuan yang diharapkan (Akker *et al.*, 2013). Tujuan dalam penelitian ini merujuk pada rumusan masalah dalam penelitian. Tahapan evaluasi ini dilakukan kepada pihak dengan mengisi instrumen penelitian sebagai proses pemberian *feedback* terhadap rancangan LKPD berbasis *PjBL-STEM*. Evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk yang diperoleh dari evaluasi internal yaitu analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli konstruk dan isi, respon dari pendidik dan peserta didik. Sedangkan evaluasi eksternal dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kemampuan *computational thinking* dan kompetensi yang diajarkan.

3.6 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian yang akan digunakan pada penelitian pengembangan ini, yaitu data angket analisis kebutuhan, pedoman wawancara, instrumen *pretest* dan *posttest*, data kevalidan produk, data kepraktisan produk, data keefektivan produk.

3.6.1 Data Angket Analisis Kebutuhan

Angket analisis kebutuhan diisi oleh guru dan peserta didik untuk melihat potensi dan masalah yang terjadi dalam pembelajaran materi energi dan perubahannya. Angket analisis kebutuhan berisi daftar pertanyaan yang ditujukan kepada guru dan peserta didik mengenai kegiatan pembelajaran IPAS, khususnya materi energi dan perubahannya.

3.6.2 Data Pedoman Wawancara

Pedoman wawancara berisi daftar pertanyaan yang digunakan untuk mewawancarai guru dan peserta didik mengenai kegiatan pembelajaran IPAS, khususnya materi energi dan perubahannya untuk memperoleh informasi lanjutan. Wawancara studi pendahuluan dilakukan dengan dua narasumber guru dan tiga narasumber peserta didik dari sekolah yang berbeda.

3.6.3 Instrumen *Pretest* dan *Posttest*

Instrumen *Pretest* dan *Posttest* Instrumen *pre-posttest* yang dibuat, yaitu instrumen tes berbentuk soal untuk menilai *Computational Thinking* peserta didik pada materi energi dan perubahannya, sebelum dan setelah pembelajaran. Instrumen ini diberikan kepada peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.6.4 Data Validitas Produk

Data Validitas Produk yang akan dikembangkan terdiri dari uji validasi isi materi yang berisi tentang kelayakan materi pembelajaran IPAS yaitu LKPD pada materi energi dan perubahannya apakah sesuai dengan kompetensi inti dan tujuan pembelajaran yang telah disusun menggunakan skala likert menjadi beberapa pernyataan. Selain itu, data validasi produk juga berupa validasi isi media yang menganalisis dan mengkaji dari segi tampilan media dan juga isi yang dikembangkan menggunakan skala likert menjadi beberapa pernyataan. Pengukuran validitas produk dengan menggunakan skala. Skala validasi diisi oleh 3 validator yaitu ahli materi, desain, dan bahasa. Pengisian skala ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sehingga dapat digunakan guru sebagai bahan pembelajaran.

Tabel 5. Skala Likert pada Skala Validasi

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Valid	4
Valid	3
Valid Kurang	2
Tidak Valid	1

(Laurens & Ratumanan, 2011)

3.6.5 Data Kepraktisan Produk

Data angket digunakan untuk mengetahui respon peserta didik dan pendidik setelah menggunakan LKPD yang dikembangkan pada materi energi dan perubahannya. Peserta didik diminta kesediaannya untuk memberikan tanggapan terhadap LKPD yang dikembangkan dengan memberikan tanda (√) pada pilihan yang disajikan dalam bentuk skala *likert* untuk setiap item pernyataan yang ada pada angket respon peserta didik setelah penggunaan LKPD. Data angket diukur dengan menggunakan skala uji kemenarikan dan keterbacaan diisi oleh peserta didik yang telah melakukan pembelajaran dengan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* untuk mengetahui kepraktisan produk.

Tabel 6. Skala Likert pada Skala Keterbacaan dan Kemenarikan

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat nampak	4
Nampak	3
Kurang nampak	2
Tidak nampak	1

(Laurens & Ratumanan, 2011)

Skala keterlaksanaan produk pembelajaran diisi oleh guru untuk mengetahui kepraktisan produk tersebut, suatu program dianggap praktis ketika dapat dilaksanakan dengan baik. Adapun penilaian pada skala ini menggunakan skala Likert yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Skala Likert pada Skala Keterlaksanaan LKPD Berbasis *PjBL-STEM*

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat baik	4
Baik	3
Cukup baik	2
Buruk	1

3.6.6 Data Keefektifan Produk

Data efektivitas diperoleh dari skor pretest dan posttest pada kelas eksperimen yang menerapkan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* dan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran *direct intruction*. Perbedaan perlakuan pada kedua kelas adalah untuk meninjau ketercapaian kemampuan *computational thinking* pada peserta didik. Berdasarkan hal tersebut maka desain eksperimen yang digunakan adalah *Non-Equivalent Pretest-Posttest Control Group Desain*. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan uji normalitas, N-Gain dan uji dampak ANCOVA.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini meliputi analisis kevalidan, kepraktisan dan keefektifan LKPD yang dikembangkan apakah sesuai dengan tujuan pada penelitian dan pengembangan ini. Penelitian pengembangan LKPD berbasis *PjBL-STEM* ini menggunakan teknik analisis data sebagai berikut.

3.7.1 Analisis Kevalidan LKPD

Analisis kevalidan LKPD diperoleh dari skala validasi isi serta validasi media dan desain yang diisi oleh validator, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase.

$$\%X = \frac{\Sigma \text{Skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari (Arikunto, 2010) seperti yang terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Validitas sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Validitas rendah/kurang baik
40,1%-60%	Validitas sedang/cukup baik
60,1%-80%	Validitas tinggi/baik
80,1%-100%	Validitas sangat tinggi/sangat baik

(Arikunto, 2010)

Berdasarkan Tabel 8, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori valid jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria validitas sedang.

3.7.2 Analisis Kepraktisan LKPD

Analisis kepraktisan produk diperoleh dari instrumen keterlaksanaan yang diisi oleh guru serta skala keterbacaan dan kemenarikan yang diisi oleh peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

$$\%X = \frac{\Sigma \text{Skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari (Arikunto, 2010) seperti yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	kepraktisan sangat rendah/tidak praktis
20,1%-40%	kepraktisan rendah/kurang praktis
40,1%-60%	kepraktisan sedang/cukup praktis
60,1%-80%	kepraktisan tinggi/praktis
80,1%-100%	kepraktisan sangat tinggi/sangat praktis

(Arikunto, 2010)

Berdasarkan Tabel 9, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria kepraktisan sedang.

3.7.3 Analisis Keefektifan LKPD

Analisis Keefektifan LKPD diterapkan di dua kelas yaitu, kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 10. Perbedaan Perlakuan Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas	Perlakuan		
Eksperimen	0 ₁	x ₁	0 ₂
Kontrol	0 ₃	X ₂	0 ₄

Kelas eksperimen yang akan di beri perlakuan menggunakan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning*, sedangkan kelas Kontrol akan diberikan perlakuan menggunakan LKPD *direct intruction*. Analisis Keefektifan LKPD ditentukan oleh hasil tes kemampuan berpikir sistem pada LKPD.

1. Validitas Butir Soal

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan butir soal pada LKPD yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Untuk menghitung validitas butir soal akan menggunakan uji *pearson correlation* pada program *SPSS Statistics 25*. Tabel kategori validitas lapangan berdasarkan perbandingan *output* r_{xy} dengan r_{tabel} dapat dilihat pada Tabel 11 dan kriteria koefisien korelasi pada Tabel 12.

Tabel 11. Kriteria Kevalidan Instrumen Tes

Ketantuan Nilai r_{tabel}	Kategori
$r_{xy} \geq r_{tabel}$	Valid
$r_{xy} < r_{tabel}$	Tidak Valid

Tabel 12. Kriteria Koefisien Korelasi

Ketantuan Nilai r_{tabel}	Kategori
$0,800 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,600 < r_{xy} \leq 0,790$	Tinggi
$0,400 < r_{xy} \leq 0,590$	Cukup
$0,200 < r_{xy} \leq 0,390$	Rendah
$0,000 < r_{xy} \leq 0,190$	Sangat rendah

2. Reliabilitas Butir Soal

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi dari suatu butir soal pada LKPD yang digunakan sebagai alat ukur sehingga hasilnya dapat dipercaya (Arikunto, 2010). Dalam penelitian ini untuk menguji reliabilitas butir soal menggunakan uji *cronbach's alpha* pada program *SPSS Statistics 26* kemudian diklasifikasi dengan koefisien korelasi reliabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Kriteria Koefisien Korelasi

Ketantuan Nilai r_{tabel}	Kategori
$0,800 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,600 < r_{11} \leq 0,790$	Tinggi
$0,400 < r_{11} \leq 0,590$	Cukup
$0,200 < r_{11} \leq 0,390$	Rendah
$0,000 < r_{11} \leq 0,190$	Sangat rendah

(Arikunto, 2010)

3. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan sebagai langkah awal untuk menentukan metode analisis statistik yang sesuai. Hasil dari uji normalitas menunjukkan bahwa distribusi data *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini terdistribusi normal. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan SPSS melalui uji *shapiro-wilk* dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data hasil tes *Computational Thinking* terdistribusi secara normal

H_1 : Data hasil tes *Computational Thinking* tidak terdistribusi secara normal

Kriteria uji:

Jika nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

Jika nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima

(Suyatna, 2017)

4. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui bahwa dua atau lebih kelompok dari sampel yang digunakan memiliki variasi yang sama. Uji Homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji homogeneity of variances dengan program SPSS dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05.

Hipotesis yang digunakan dalam homogenitas sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada perbedaan varian pada kelas eksperimen dan kelas kontrol .

H_1 : Ada perbedaan varian pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hipotesis yang digunakan dalam uji beda rata-rata sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata skor *Computational Thinking* peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol.

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata skor *Computational Thinking* peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kriteria uji:

Jika nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

Jika nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima

(Suyatna, 2017)

5. N-gain

Gain atau selisih antara skor *posttest* dan *pretest* menunjukkan adanya peningkatan *Computational Thinking* peserta didik setelah menerapkan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning*. N-gain (*Normalize gain*) digunakan untuk mengukur sejauh mana peningkatan tersebut, apakah termasuk dalam kategori tinggi, sedang, atau rendah. Adapun rumus yang digunakan untuk N-Gain menurut Hake, (1998) sebagai berikut.

$$N - gain = \frac{\Sigma Skor\ posttest - \Sigma Skor\ pretest}{\Sigma Skor\ ideal - \Sigma Skor\ pretest} \times 100\%$$

Hasil N-Gain diinterpretasikan dengan kategori pada Tabel 14 berikut:

Tabel 14. Kategori Nilai N-gain

Ketantuan N-gain	Kategori
$< 0,3$	Rendah
$0,3 - 0,7$	Sedang
$> 0,7$	Tinggi

3.7.4 Uji Hipotesis

1. Hasil Uji Independent Sampel T-test

Pengujian hipotesis ini dilakukan untuk melihat perbedaan rata-rata dua kelompok. Uji ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* terhadap kemampuan *computational thinking* peserta didik. Hipotesis diuji dengan Independent Sample T-Test menggunakan software SPSS 26.0. Adapun hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan kemampuan *computational thinking* peserta didik antara kelas yang menggunakan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* dengan kelas yang menggunakan *Direct Instruction* pada materi energi dan perubahannya.

H_1 : Terdapat perbedaan kemampuan *computational thinking* peserta didik antara kelas yang menggunakan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* dengan kelas yang menggunakan *Direct Instruction* pada materi energi dan perubahannya.

Kriteria uji:

Nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

(Suyatna, 2017)

2. ANCOVA (*Analysis of Covariance*)

Uji dampak ANCOVA dilakukan menggunakan *Software* SPSS untuk meninjau pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain.

Uji ini dilakukan melalui analisis analisis general linear model *univariate*.

Hipotesis yang digunakan dalam ANCOVA.

H_0 : LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* tidak efektif meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model pembelajaran *Direct Instruction* pada materi energi dan perubahannya.

H_1 : LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* efektif meningkatkan kemampuan *Computational Thinking* peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan LKPD dengan model pembelajaran *Direct Instruction* pada materi energi dan perubahannya.

Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak.

Nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima.

(Suyatna, 2017)

3. *Effect Size*

Effect size dapat dilihat dari hasil uji dampak *ANCOVA*, mengukur besarnya efek penggunaan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk meningkatkan *computational thinking*. Nilai *Effect size* yang diperoleh, kemudian diinterpretasikan dengan kategori menurut (Hake, 1998) pada Tabel 14.

Tabel 15. Kriteria Nilai *Effect Size*

Ketantuan <i>Effect Size</i>	Kategori
$0 < d < 0,2$	Efek Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Efek Sedang
$d > 0,8$	Efek Besar

(Hake, 1998)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengembangan LKPD berbasis *Project Based Learning (PjBL)-STEM* terintegrasi *Deep Learning* untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking* pada materi Energi dan Perubahannya kelas IV SD, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Validitas produk LKPD yang dikembangkan memperoleh nilai validasi sebesar 84% (kategori sangat valid). Hal ini menunjukkan bahwa isi, bahasa, tampilan, dan kesesuaian LKPD dengan sintaks *PjBL-STEM* serta prinsip *deep learning* (bermakna, berkesadaran, menggembirakan) dinilai layak digunakan dalam pembelajaran.
2. Kepraktisan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* terkategori sangat praktis dengan rata-rata bobot persentase 90%, sehingga dapat digunakan pada pembelajaran IPAS, Fase B, Kelas IV semester ganjil pada topik energi dan perubahannya.
3. Efektivitas produk uji statistik (ANCOVA dan effect size) membuktikan bahwa penggunaan LKPD berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan *computational thinking*. *Effect size* menunjukkan signifikansi 0,000 dan partial eta squared (effect size) menunjukkan skor 0.532 yang berarti bahwa H_0 ditolak atau terdapat perbedaan rata-rata kemampuan *Computational Thinking* pada kelas eksperimen dan kontrol.

Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa pengembangan LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* dapat menjadi inovasi pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan *computational thinking* peserta didik sekolah dasar.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi guru LKPD berbasis *PjBL-STEM* terintegrasi *deep learning* dapat dijadikan alternatif sumber belajar dalam pembelajaran IPAS, khususnya materi energi dan perubahannya. Guru diharapkan dapat mengintegrasikan LKPD ini dengan strategi pembelajaran lain yang sesuai karakteristik peserta didik.
2. Bagi peserta didik dapat menggunakan LKPD ini untuk mengasah kemampuan berpikir komputasi melalui *project* yang kontekstual dengan kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran lebih bermakna dan menyenangkan.
3. Bagi sekolah penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk mengembangkan inovasi pembelajaran berbasis *PjBL-STEM* pada mata pelajaran lain, guna meningkatkan kualitas pendidikan abad 21.
4. Bagi peneliti selanjutnya Penelitian ini terbatas pada materi energi dan perubahannya di kelas IV SD dengan konteks sekolah dasar di Lampung. Peneliti berikutnya disarankan untuk menguji keefektifan LKPD ini pada materi lain, jenjang berbeda, atau menambahkan variabel lain seperti kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Ayu, C., 2, S., & Jalmo, T. (2019). Implementating Multiple Representation-Based Worksheet to Develop Critical Thinking Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138–155.
<https://doi.org/10.12973/tused.10271a>
- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into *STEM* makerspace on renewable energy unit to foster students' sySTEM thinking skills. *Heliyon*, 9(4), 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Abdurrahman, A., Nurulsari, N., Maulina, H., & Ariyani, F. (2019). Design and Validation of Inquiry-based *STEM* Learning Strategy as a Powerful Alternative Solution to Facilitate Gift Students Facing 21st Century Challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(1), 33–56. <https://doi.org/10.17478/jegys.513308>
- Akbar, T. R. (2025). Integrasi *Project-Based Learning* dalam Pembelajaran Elektromagnetik: Upaya Kontekstualisasi Konsep Fisika di SMAN 1 Cicalengka. *Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Trigonometri*.
<https://doi.org/10.8734/trigo.v1i2.365>
- Akker, J. Van Den, Bannan, B., Kelly, A. E., Nieveen, N., & Plomp, T. (2013). An introduction to educational design research. In *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University*. Netherlands: SLO, Enschede.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework : Implications For Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.47>
- Arafah, A. A., Sukriadi, S., & Auliaul Fitrah Samsuddin. (2023). Implikasi Teori Belajar Konstruktivisme pada Pembelajaran Matematika. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(2), 358–366.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.946>

- Arif, F. I., Mariati, P., Hidayat, M. T., & Lutfauziah, A. (2024). Model Pembelajaran Berbasis Proyek Sebagai Upaya Memotivasi Belajar Siswa Kelas 4 pada Pembelajaran IPA di SDN Kutisari 1 Surabaya. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(3). <https://doi.org/10.31004/irje.v4i3.805>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ariyanto, A., & Fauziati, E. (2022). Perspektif Teori Belajar Konektivisme George Siemens. *Jurnal Mitra Swara Ganesha*, 9(2), 144–153. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.31004/joe.v7i1.7379>
- Astuti, M. L. (2024). The Role of 6C Skills in 21st Century Learning of Elementary School Students. *DIDAKTIKA: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 7(2), 154–161. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/shes.v4i6.68414>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The influence of project-based STEM (PjBL-STEM) applications on the development of 21st century skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>
- Basri, H. (2018). Kemampuan Kognitif Dalam Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Ilmu Sosial Bagi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.17509/jpp.v18i1.11054>
- Bustomi, Sukardi, I., & Astuti, M. (2024). Pemikiran Konstuktivisme Dalam Teori Pendidikan KOGNITIF Jean Piaget Dan Lev Vygotsky. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(4), 16376–16383.
- Bybee, R. W. (2013). The Case for Education: STEM Challenges and Opportunities. In *NSTA (National Science Teachers Association)*. Arlington Virginia: NSTA Press. www.nsta.org/permissions.
- Cahdriyana, R. A., & Richardo, R. (2020). Berpikir Komputasi Dalam Pembelajaran Matematika. *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, 11(1), 50. [https://doi.org/10.21927/literasi.2020.11\(1\).50-56](https://doi.org/10.21927/literasi.2020.11(1).50-56)
- Castro-Alonso, J. C., Ayres, P., & Sweller, J. (2019). Instructional Visualizations, Cognitive Load Theory, and Visuospatial Processing. In *Visuospatial Processing for Education in Health and Natural Sciences* (pp. 111–143). Cham Switzerland: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20969-8_5
- Chang, C.-Y., Du, Z., Kuo, H.-C., & Chang, C.-C. (2023). Investigating the Impact of Design Thinking Based STEAM PBL on Students' Creativity and

- Computational Thinking. *IEEE Transactions on Education*, 66(6), 673–681. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3297221>
- Chen, C.-S., & Lin, J.-W. (2019). A Practical Action Research Study of the Impact of Maker-Centered *STEM-PjBL* on a Rural Middle School in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(S1), 85–108. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09961-8>
- Chen, L., Yoshimatsu, N., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Shimada, A., Ogata, H., & Yamada, M. (2019). Direction of collaborative problem solving-based *STEM* learning by learning analytics approach. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0119-y>
- Chomphuphra, P., Chaipidech, P., & Yuenyong, C. (2019). Trends and Research Issues of *STEM* Education: A Review of Academic Publications from 2007 to 2017. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012069>
- Creswell, W. J. (2013). *Research Design Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Darling-Hammond, L. (2001). *The Right to Learn: A Blueprint for Creating Schools that Work*. California: Jossey-Bass.
- Darmayanti, N., Manurung, K. S. B., Hasibuan, H., Puspita, S., Ginting, M. F. S., & Harahap, M. A. (2023). Pelaksanaan Teori Belajar Bermakna David Ausubel dalam Pembelajaran Pendidikan Matematika. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 5(1), 3388–3395. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i1.11539>
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan *STEM* (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan kekurangan *Project-based Learning* untuk penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 213–226. <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226>
- Diputera, A. M., & Zulpan, E. G. N. (2024). Memahami Konsep Pendekatan Deep Learning dalam Pembelajaran Anak Usia Dini Yang Meaningful, Mindful dan Joyful: Kajian Melalui Filsafat Pendidikan. *Bunga Rampai Usia Emas*, 10(2), 108–120. <https://doi.org/10.24114/jbrue.v10i2.67168>

- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis *STEM* dan Tidak Berbasis *STEM* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344–354. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353>
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Model pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM* pada pembelajaran fisika. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 1–4.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2008). *How to Design and Evaluate Research in Education* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Fullan, M., Langworthy, M., Price, J. K., Roth, M., Quinn, J., Fullan Enterprises, M., Zimmermann, R., Panton, K., Duggan, S., Schleicher, A., Istance, D., Weatherby, K., Donnelly, K., Breakspear, S., Zier, C., Wynn, J., Hattie, J., & Hill, P. (2013). *Towards a New End: New Pedagogies for Deep Learning Towards a New End: New Pedagogies for Deep Learning | iii*. Seattle: Published by Collaborative Impact. www.newpedagogies.org
- Fullan, M., Quinn, J., & Mceachen, J. (2018). *Praise for Deep Learning: Engage the World Change the World*. California: Corwin A SAGE Company.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Habibi, H., & Suparman, S. (2020). Literasi Matematika dalam Menyambut PISA 2021 Berdasarkan Kecakapan Abad 21. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 6(1), 57. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v6i1.8177>
- Hafidzhoh, K. A. M., Nisa Nadia Madani, Zahra Aulia, & Dede Setiabudi. (2023). Belajar Bermakna (Meaningful Learning) Pada Pembelajaran Tematik. *Student Scientific Creativity Journal*, 1(1), 390–397. <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v1i1.1142>
- Hake, R. R. (1998). *Analizing Change/Gain Score*. USA: Dept: Of Physics, Indiana University.
- Harris, C. J., Krajcik, J. S., Pellegrino, J. W., & DeBarger, A. H. (2019). Designing Knowledge-In-Use Assessments to Promote Deeper Learning. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 38(2), 53–67. <https://doi.org/10.1111/emip.12253>
- Hastuti, R., Roro, R., Kesuma Dewi, V., & Rahmianti, S. (2025). Dakwatussifa: Journal of Da'wah and Communication Beyond Memorization: Pendekatan Deep Learning untuk Literasi dan Numerasi di Pendidikan Anak Usia Dini. *Dakwatussifa: Journal of Da 'wah and Communication*, 3(2), 33–41. <https://doi.org/10.56146/dakwatussifa.v3i2.245>

- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. New York: Routledge.
- Hattie, J. (2020). Visible Learning effect sizes when schools are closed: What matters and what does not. *Corwin Connect*. Retrieved from <https://corwin-connect.com/2020/04/visible-learning-effect-sizes-when-schools-are-closed-what-matters-and-what-does-not/>
- Mohand, H., Trujillo-Torres, J.-M., Gómez-García, M., Hossein-Mohand, H., & Campos-Soto, A. (2021). Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, *Project-Based Learning*, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers. *Sustainability*, 13(5), 2606. <https://doi.org/10.3390/su13052606>
- Huda, K., & Djono, D. (2025). Mengintegrasikan Teori Pembelajaran Bermakna dan Konstruktivisme dalam Pembelajaran Sejarah di Era Digital. *Jurnal Artefak*, 12(1), 137. <https://doi.org/10.25157/ja.v12i1.18462>
- Indranuddin, R. D., Susetyarini, E., & Miharja, F. J. (2024). Developing *STEM-PjBL* worksheet to lift students' critical, creative, and computational thinking skill. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 4(1), 85–101. <https://doi.org/10.22219/raden.v4i1.27165>
- Jamna, N. D., Hamid, H., & Bakar, M. T. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Komputasi Matematis Siswa SMP pada Materi Persamaan Kuadrat. *Jurnal Pendidikan Guru Matematika*, 2(3), 278–288.
- Jawak, D. S. G. (2025). Sinergi Spiritualitas dan Neuroplastisitas. *Gorga: Journal of Constructive Theology*, 1(2), 96–115. <https://doi.org/10.62926/jct.v1i2.75>
- Juldial, T. U. H., & Haryadi, R. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Komputasional dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 136–144. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.6992>
- Jusar, I. R., Jamaris, J., & Solfema, S. (2023). Pendidikan dalam Teori Proses Sosialisasi di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 276–287. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4354>
- Kalelioğlu, M. (2019). *A Literary Semiotics Approach to the Semantic Universe of George Orwell's Nineteen Eighty-Four-sample*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing. <https://www.researchgate.net/publication/330213920>
- Kamil, R. M., Imami, I. A., & Abadi, P. A. (2021). Analisis kemampuan berpikir komputasional matematis Siswa Kelas IX SMP Negeri 1 Cikampek pada materi pola bilangan. *SIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 12(2), 259–270. <https://doi.org/DOI:10.26877/aks.v12i2.8447>

- Karima, K. M., Widiastuti, M. V., Anisa, T., Hadisuryanto, M., Nurlelasari, D., Mahmuri, A., & Hartono, S. (2025). Efektivitas Penggunaan LKPD Berbasis Aktivitas Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar. *JURNAL MUDABBIR Journal Research and Education Studies*, 5(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.56832/mudabbir.v5i2.1619>
- Kaulan Karima, M., Titi Pratitis, W., Damayanti, L., Kurniawan, I., Saputro, D., Satya Yudha Tama, G., & Alghifari, D. (2025). JURNAL MUDABBIR (Journal Research and Education Studies) Pengembangan E-LKPD Berbasis Etnosains pada Materi Ekosistem untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V SD. *JURNAL MUDABBIR Journal Research and Education Studies*, 5(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.56832/mudabbir.v5i1.1120>
- Kontesa, D. A., & Fauziati, E. (2022). Teori Connectivism Dan Implikasinya Terhadap Pemanfaatan E Learning Dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganesha*, 9(2), 117–126.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar* (1st ed.). Jakarta: Bumi Aksara.
- Laboy Rush, D. (2010). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. *Journal Learning. Com*, 12(1), 12–13.
[http://rondoutmar.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_719363/File/12-13/STEM/STEM-White-Paper 101207 final\[1](http://rondoutmar.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_719363/File/12-13/STEM/STEM-White-Paper 101207 final[1)
- Laurens, T., & Ratumanan, T. (2011). *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Lentzen, M., Jungeblut, J., & Spahn, T. (2024). Deeper Learning in der Praxis. *Pädagogik*, 3, 42–45. <https://doi.org/10.3262/PAED2403042>
- Linh, N. Q., Duc, N. M., & Yuenyong, C. (2019). Developing critical thinking of students through STEM educational orientation program in Vietnam. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1), 1–1.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012025>
- Liu, X., & Li, H. (2021). A Preliminary Study on Connectivism—Constructivism Learning Theory Based on Developmental Cognitive Neuroscience and Spiking Neural Network. *Open Journal of Applied Sciences*, 11(08), 874–884. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2021.118064>
- Liu, Y.-C., Huang, T.-H., & Sung, C.-L. (2021). Faktor penentu dampak dari sifat-sifat pribadi pada komputasi pemikiran dengan instruksi. *PemrogramanLingkungan , Pembelajaran Interaktif*, 29(8), 1–15.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1969475>

- M. Elbashbishy, E. (2024). Deep Learning in Education. *Sustainability Education Globe*, 2(1), 15–21.
<https://doi.org/10.21608/seg.2024.269380.1000>
- Maharani, S., Nusantara, T., Rahman Asari, A., & Qohar, A. (2020). *Computational thinking pemecahan masalah di abad ke-21 Critical thinking View project Teaching for Critical Thinking View project*. Madiun: Wade Group. <https://www.researchgate.net/publication/347646698>
- Marton, & Säljö. (1976). On Qualitatif Differens In Learning: I—Outcome ANnd Procces. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4–11.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x>
- Megawati, A. Y. I., Lukito, A., & Rachmasari, D. H. (2023). Integrasi *project* based learning dengan *STEM* pada pembelajaran fisika sebagai pendekatan efektif untuk meningkatkan keterampilan abad 21. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(5), 894–904.
- Miftah, N. A., Hanifah, N., & Nugraha, R. G. (2024). Penerapan *Project Based Learning* pada Tema 3 Benda di Sekitarku untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar Kelas III SD Negeri 4 Cindaga. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(1), 219–230. <https://doi.org/10.58230/27454312.470>
- Monalisa, M. (2023). Analisis Berpikir Komputasional Siswa SMP pada Kurikulum Merdeka Mata Pelajaran Informatika. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 2(3), 298–304.
<https://doi.org/10.54259/diajar.v2i3.1596>
- Muamanah, H., & Suyadi. (2020). Pelaksanaan Teori Belajar Bermakna David Ausubel Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Belajea; Jurnal Pendidikan Islam*, 5(1), 161. <https://doi.org/10.29240/belajea.v5i1.1329>
- Mubaroq, M. M. (2025). Joyful Learning Sebagai Pendekatan Humanis Dalam Pendidikan Agama Islam. *Sasana Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 3(2), 177–184. <https://doi.org/10.56854/sasana.v3i2.455>
- Munawaroh, W., Dina Handayani, ati, Djoko Lesmono, A., Candra Vitaloka Arum Sari, D., Jember, U., & Kunci Berpikir Komputasi Fluida Dinamis, K. (2022). Implementasi LKPD Berbasis *STEM* Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa Kelas XI Materi Fluida Dinamis. *Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 10(3), 1–9.
<http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft>
- Muslimah, M. (2020). Pentingnya LKPD dalam pendekatan saintifik dalam pembelajaran matematika. *Dalam Studi Sosial, Humaniora, Dan*

- Pendidikan (SHES): Seri Konferensi*, 3(3), 1472–1479.
<https://doi.org/10.20961/shes.v3i3.56958>
- Mustafa, P. S., & Roesdiyanto, R. (2021). Penerapan Teori Belajar Konstruktivisme melalui Model PAKEM dalam Permainan Bolavoli pada Sekolah Menengah Pertama. *Jendela Olahraga*, 6(1), 50–56.
<https://doi.org/10.26877/jo.v6i1.6255>
- Sayekti, A. M., & Suparman. (2020). Development of *PJBL*-based LKPD with *STEM* approach design to improve critical thinking skills. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(3), 2390–2394.
<https://doi.org/10.22259/2277-8616.2020.090318>
- Mystakidis, S. (2021). Deep Meaningful Learning. *Encyclopedia*, 1(3), 988–997.
<https://doi.org/10.3390/encyclopedia1030075>
- Ndiung, S., & Menggo, S. (2024). Project-Based Learning in Fostering Creative Thinking and Mathematical Problem-Solving Skills: Evidence from Primary Education in Indonesia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(8), 289–308.
<https://doi.org/10.26803/ijlter.23.8.15>
- Nur, S. (2019). Pendekatan Joyful Learning Sebagai Metode Pembelajaran Pendidikan Kependudukan & Lingkungan Hidup (PKLH) di Madrasah Ibtidaiyah. *Ekspose: Jurnal Penelitian Hukum Dan Pendidikan*, 16(2), 376.
<https://doi.org/10.30863/ekspose.v16i2.98>
- Nurfalaq, M., Wahyuni, N., Prasetyo, M. M., Sitti Wirda, & Nurhidayah, N. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Menyenangkan (Joyfull Learning) dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA. *Jurnal Biotek*, 10(1), 102–116.
<https://doi.org/10.24252/jb.v10i1.29297>
- Nurhasanah, A., Ramadhanti, S., Utami, S., & Putri, F. A. (2022). Improving Elementary School Students' Understanding of the Concept through Meaningful Learning in David Ausbel's Perspective. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 5728–5734. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.2935>
- Nuryati, & Darsinah. (2021). Implementasi Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Papeda*, 3(2).
- Oktaviani, A., Anom, K., & Lesmini, B. (2020). Pengembangan Modul Kimia terintegrasi *STEM* (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dan PBL (Problem-Based Learning). *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 2(2), 64. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6279>

- Plomp. (2007a). *Educational Design Research : An Introduction*”, dalam *An Introduction to Educational Research*. Enschede, Netherland: National Institute for Curriculum Development.
- Plomp. (2007b). *Educational Design Research : An Introduction*”, dalam *An Introduction to Educational Research*. National Institute for Curriculum Development.
- Pramudiyanti, Pratiwi, O. W., Rohman, F., Putri, Y. I., & Ariani, D. (2023). *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education PBL-BASED STUDENT WORKSHEET TO IMPROVE CRITICAL THINKING ABILITY IN SCIENCE LEARNING IN ELEMENTARY SCHOOLS Article Info ABSTRACT*. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v5i1.17187>
- Prastowo, A. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Prastowo, A. (2014). *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktek*. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Pratiwi, L. G., & Akbar, B. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Computational Thinking Matematis Siswa Kelas IV SDN Kebon Bawang 03 Jakarta. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 8(1), 375–385. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i1.302>
- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The Effect of *STEM-PjBL* and Discovery Learning on Improving Students’ Problem-Solving Skills of Impulse and Momentum Topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 465–476. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.26432>
- Putri, E. W. (2019). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Scientific Approach Pada Mata Pelajaran Otomatisasi Tata Kelola Kepegawaian Semester Genap Kelas Xi Di Smk Negeri 2 Tuban. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran, Universitas Negeri Surabaya*, 7(2), 73–80.
- Rahmah, N. (2018). Belajar Bermakna Ausubel. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(1), 43–48. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v1i1.54>
- Rahman, M., & Muslem. (2024). Peran Guru Pendidikan Agama Islam Dalam Penerapan Active Learning. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam Al Munadzomah*. <https://doi.org/https://doi.org/10.51192/almunadzomah.v3i2.1484>
- Rahmanudin, I. (2023). Pendidikan Sains dan Teknologi Berbasis Teori Konektivisme dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.

- Dar El-Ilmi: Jurnal Studi Keagamaan, Pendidikan Dan Humaniora*, 10(1), 85–102. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.52166/darelilmi.v10i1.4562>
- Rahmawati, I. Y., Wulansari, B. Y., Rusdiana, N. I., Pujiati, A., & Bariyah, S. K. (2024). Joyful Learning Approach In Increasing Motivation To Learn English In Middle School Students Of San Fabian, Philippines. *Elite : English and Literature Journal*, 11(1), 63–73. <https://doi.org/10.24252/elite.v11i1.46175>
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. New York: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Richey, R., & Klein, J. D. (2007). Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues. *L. Erlbaum Associates*.
- Ridwan, Ramatni, A., Ikhlās, A., Wahyuni, L., & Kelly Sawlani, D. (2024). Integrasi STEM dalam Kurikulum Mempersiapkan Generasi Masa Depan. *Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 5(4), 13–29. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.47827/jer.v5i4.266>
- Riyanto, Fauz Rahmat, Syah Imam Ma'arif, & Muslim Ujang Buchori. (2021). *Pendekatan STEM dalam pendidikan: Integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika*. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Rohmah, U. N., Zakaria Ansori, Y., & Nahdi, D. S. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1, 471–478.
- Sagala, R., Sari, P. M., Firdaos, R., & Amalia, R. (2019). RQA and TTW Strategies: Which Can Increase the Students' Concepts Understanding? *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 4(1), 87–96. <https://doi.org/10.24042/tadris.v4i1.4315>
- Saksono, H., Khoiri, A., Dewi Surani, S. S., Rando, A. R., Setiawati, N. A., Umalihayati, S., & Aryuni, M. (2023). *Teori Belajar dalam Pembelajaran*. Batam: Cendikia Mulia Mandiri.
- Salahuddin, Nafiah, U., Sakunti, S. R., Safitri, R., Fikri, A., Yahuda, M., & Hasirah. (2023). Pelatihan Metode Pembelajaran Menyenangkan Berbasis Integrated Joyful Religious Learning. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(4), 3655–3659. <https://doi.org/http://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i4.1878>
- Salsabila, A., & Yahfizham. (2024). Studi Literatur : Analisis Berpikir Komputasi Pada Guru dan Siswa Dalam Konteks Implementasi Kurikulum

- Merdeka. *Bilangan : Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(3), 129–141. <https://doi.org/10.62383/bilangan.v2i3.72>
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., & Ebrahim, N. A. (2020). The effect of *STEM Project Based Learning* on Self-Efficacy Among High School Physics Students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94–108. <https://doi.org/https://doi.org/10.36681/>
- Sandall, B. K., Sandall, D. L., & Walton, A. L. J. (2018). Educators' Perceptions of Integrated *STEM*: A Phenomenological Study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(1). <https://doi.org/10.30707/JSTE53.1Sandall>
- Sari, A. W., & Arta, D. J. (2025). Implementasi Deep Learning: Suatu Inovasi Pendidikan. *WASPADA (Jurnal Wawasan Pengembangan Pendidikan)*, 13(1), 121. <https://doi.org/10.61689/waspada.v13i1.727>
- Sari, H. P. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Dasar menurut Aliran filsafat Progresivisme. *El-Ibitadiy : Journal of Primary Education*, 6(2), 131–141.
- Siregar, M. A., & Siregar, T. J. (2024). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran *STEM* Berbantuan Platform Alef Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 9(1), 68–77. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v9i1.5105>
- Sudjana. (2005). *Metoda statistika* (1st ed.). Bandung : Tarsito.
- Suhery Tatang. (2017). Implementasi *STEMI* Pada Pembelajaran Kimia dalam rangka Menerapkan Kurikulum 2013. *Seminar Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021*.
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-*STEM Project-Based Learning*: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Sumaya, A., I, I., & Ilmi., N. (2021). Penerapan Pendekatan *STEM* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar di Kabupaten Pinrang. *Pinisi Journal of Education*, 1(2), 217–223.
- Supiarmo, M. G., Mardhiyatirrahmah, L., & Turmudi, T. (2021). Pemberian Scaffolding untuk Memperbaiki Proses Berpikir Komputasional Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 368–382. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.516>

- Suwandi, Putri, R., & Sulastrri. (2024). Inovasi Pendidikan dengan Menggunakan Model Deep Learning di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik*, 2(2), 69–77. <https://doi.org/10.61476/186hvh28>
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Taskirah, A., & Amaliah, N. W. (2025). Pengaruh Metode Joyful Learning Menggunakan Media Lego Pada Materi DNA Terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 50–59. <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/binomial>
- Tempo. (2024). *Mendikdasmen Abdul Mu'ti: Pendekatan Deep Learning Akan Diterapkan di Kurikulum Nasional*. <https://www.tempo.co/politik/mendikdasmen-abdul-mu-ti>
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.
- Torlakson, T. (2014). *STEM education: A strategy for the 21st century workforce*. Dublin: Californians Dedicated to Education Foundation. <http://www.cde.ca.gov/RE/pn/rc/>
- Trianto. (2011). *Mendesain Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Tumbelaka, R. N. D., Mewengkang, A., & Komansilan, T. (2025). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Desain Komunikasi Visual Kelas XI DKV SMK Negeri 1 Tondano. *JOURNAL OF EDUCATION METHOD AND TECHNOLOGY*, 3(1), 31–40.
- Ulfa, M., Yuliati, A., Handoko, B. T., & Fatmasari, R. K. (2020). Teori Flow Sebagai Upaya Penguatan Motivasi Belajar dan Kreatifitas Mahasiswa Disabilitas Fisik. *SPECIAL : Special and Inclusive Education Journal*, 1(2), 114–120. <https://doi.org/10.36456/special.vol1.no2.a2771>
- Ulya, Z. (2024). Penerapan Teori Konstruktivisme Menurut Jean Piaget dan Teori Neuroscience Dalam Pendidikan Application Of Constructivism Theory According To Jean Piaget And Neuroscience Theory In Education. *Journal of Education*, 7(1). <https://doi.org/10.32478/m1778y41>
- Usboko, M. D. R., Parsa, I. M., & Baitanu, Z. Y. (2021). Penerapan Pembelajaran STEM Dengan Model PjBL di Kelas XI Titl SMK N 2 Kupang Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Spektro*, 4(1), 8–14.

- Wahyuni, S. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Mahasiswa Mata Kuliah Kapita Selekta Matematika Pendidikan Dasar Fkip Umsu. *Jurnal EduTech*, 5(1).
- Wang, Q., Zhang, Y., Zhang, Y., & Chen, T. (2023). The Impact of Mindful Learning on Subjective and Psychological Well-Being in Postgraduate Students. *Behavioral Sciences*, 13(12), 1009. <https://doi.org/10.3390/bs13121009>
- Wicaksono, D., & Suradika, A. (2022). Desain Pembelajaran Berbasis Teori Konektivisme: Kertas Kerja Evaluasi Kurikulum di Prodi Magister Teknologi Pendidikan Universitas Muhammadiyah Jakarta. *Perspektif*, 2(1), 22–30. <https://doi.org/10.53947/perspekt.v2i1.537>
- Widjajanti. (2008). *Teknik-teknik Penyusunan Soal Test*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Wijaya, A. A., Haryati, T., & Wuryandini, E. (2025). Implementasi Pendekatan Deep Learning dalam Peningkatan Kualitas Pembelajaran di SDN 1 Wulung, Randublatung, Blora. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(1), 451–457. <https://doi.org/10.31004/irje.v5i1.1950>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2012). Computational Thinking. In *Microsoft Research Asia Faculty Summit 2012*. Tianjin: Microsoft Asia Faculty Summit.
- Yulianti, D. (2011). *Pengantar Metode Pembelajaran Inovatif*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja.
- Yulianti, D., & Herpratiwi. (2024). Development of a science, environment, technology, and society-based learning module to foster critical thinking in elementary students. *Journal of Education and Learning*, 18(4), 1372–1384. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i4.21713>
- Zhao, F., Li, Y., Hu, W., Zhang, H., Wu, H., & Fan, Q. (2024). Benefits of dispositional mindfulness among adolescents: relationship with academic emotions and academic engagement. *Current Psychology*, 43(39), 31093–31106. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06670-6>