

**PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN BERBASIS *PBL-STEM* TERINTEGRASI *DEEP LEARNING* UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK PADA TOPIK SIKLUS AIR**

**(Tesis)**

**Oleh**

**TRIA ANISA  
2423053009**



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

**PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN BERBASIS *PBL-STEM* TERINTEGRASI *DEEP LEARNING* UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK PADA TOPIK SIKLUS AIR**

**Oleh**

**TRIA ANISA**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER KEGURUAN GURU SEKOLAH DASAR**

**Pada**

**Jurusan Ilmu Pendidikan  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### **PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN BERBASIS *PBL-STEM* TERINTEGRASI *DEEP LEARNING* UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK PADA TOPIK SIKLUS AIR**

Oleh

**TRIA ANISA**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* untuk melatih Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Sistem pada peserta didik, khususnya pada topik Siklus Air. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian *mix method* dengan model penelitian *DDR (Design and Development Research)*. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian pengembangan ini adalah analisis kebutuhan, desain dan pengembangan, serta implementasi dan evaluasi. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas V Fase C Sekolah Dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program pembelajaran yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang tinggi dari para ahli (validator). Selain itu, program pembelajaran ini juga menunjukkan tingkat kepraktisan yang tinggi berdasarkan hasil implementasi dan respon positif dari guru dan peserta didik. Secara efektivitas, program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* ini terbukti efektif dalam meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Sistem peserta didik, yang diindikasikan oleh peningkatan nilai *N-gain* yang signifikan pada kedua variabel tersebut.

Kata Kunci: Program Pembelajaran, *PBL-STEM*, *Deep Learning*, Keterampilan Proses Sains, Berpikir Sistem

## **ABSTRACT**

### **THE DEVELOPMENT OF A *PBL-STEM* BASED LEARNING PROGRAM INTEGRATED WITH DEEP LEARNING TO TRAIN STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS AND *SYSTEMS* THINKING ON THE TOPIC OF THE WATER CYCLE**

**By**

**TRIA ANISA**

This study aims to develop a PBL-STEM-based learning program integrated with Deep Learning to train students' Science Process Skills and Systems Thinking, specifically on the topic of the Water Cycle. The research method employed is a mixed-methods approach utilizing the Design and Development Research (DDR) model. The stages conducted in this developmental study include needs analysis, design and development, as well as implementation and evaluation. The subjects of this study were fifth-grade elementary school students (Phase C). The results indicated that the developed learning program possessed a high level of validity as assessed by expert validators. Furthermore, the program demonstrated a high level of practicality based on the implementation results and positive responses from both teachers and students. In terms of effectiveness, the PBL-STEM-based learning program integrated with Deep Learning proved effective in enhancing students' Science Process Skills and Systems Thinking, as indicated by a significant increase in the N-gain scores for both variables.

**Keyword:** Learning Program, PBL-STEM, Deep learning, Science Process Skill,  
System Thinking

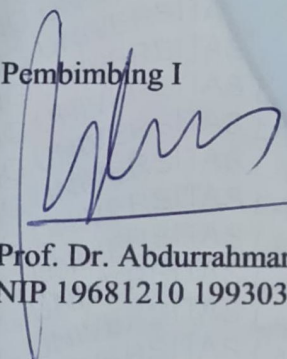
**Judul Penelitian** : **PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN  
BERBASIS *PBL-STEM* TERINTEGRASI *DEEP  
LEARNING* UNTUK MELATIHKAN  
KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN BERPIKIR  
SISTEM PESERTA DIDIK PADA TOPIK  
SIKLUS AIR**

**Nama Mahasiswa** : **Tria Anisa**  
**NPM** : **2423053009**  
**Program Studi** : **Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar**  
**Jurusan** : **Ilmu Pendidikan**  
**Fakultas** : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

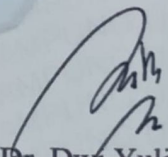
**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

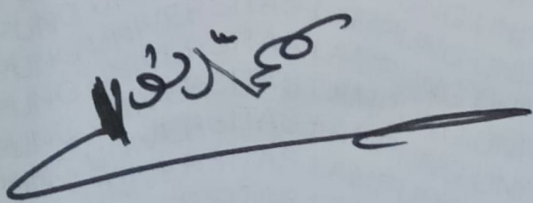
  
Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.  
NIP 19681210 199303 1 002

Pembimbing II

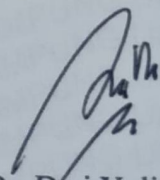
  
Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.  
NIP 19670722 1992203 2 001

**2. Mengetahui Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan**

Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan

  
Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.  
NIP 19741220 200912 1 002

Ketua Program Studi  
Magister Keguruan Guru SD

  
Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.  
NIP 19670722 1992203 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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

Sekretaris

: Dr. Dwi Yulianti, M.Pd.  
NIP 19670722 1992203 2 001

Penguji Anggota I

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

Penguji Anggota II

: Dr. Apri Wahyudi, M.Pd.  
NIP 19880416 202406 1 001

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.  
NIP 19870504 201404 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.  
NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 11 Maret 2026

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Tria Anisa  
NPM : 2423053009  
Fakultas/Jurusan : KIP/Ilmu Pendidikan  
Program Studi : Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar  
Alamat : Talang Padang, Tanggamus, Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu program pendidikan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diakui dalam naskah ini dan tersebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 11 Maret 2026



Tria Anisa  
2423053009

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Gisting pada tanggal 04 September 2001, sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara, putri dari pasangan Bapak Widarpo dan Ibu Aida. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2006 sebagai siswa di sekolah TK Aisyiyah Bustanul Atfaldan lulus pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Banding Agung dan lulus pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di MTs Negeri 2 Tanggamus dan lulus pada tahun 2016. Selanjutnya, pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Gadingrejo dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis lulus sebagai Sarjana Pendidikan pada tahun 2023, kemudian bekerja di SD Negeri 1 Banding Agung. Pada tahun 2024, penulis melanjutkan studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar Universitas Lampung melalui jalur penerimaan beasiswa Bebas Uang Kuliah Pascasarjana.

## MOTTO

*“It’s better to fail while striving for something wonderful, challenging,  
adventurous, and uncertain than to say, I don’t want to try  
because I may not succeed”*

*(Jimmy Carter)*

*“Keep pushing, you never know”*

*(Lewis Hamilton)*

## PERSEMBAHAN

Rasa syukur dan bahagia atas segala rahmat yang telah diberikan Allah SWT atas terselesaikannya tesis ini, dengan rendah hati penulis mempersembahkan karya tulis yang sederhana ini kepada orang-orang terkasih sebagai berikut.

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Widarpo dan Ibu Aida. Terimakasih atas kasih sayang, dukungan, nasihat, dan do'a yang selalu dipanjatkan demi kelancaran dan tercapainya cita-cita penulis. Terimakasih atas segala pengorbanan yang telah diberikan sebagai penguat dan semangat penulis untuk menyelesaikan Pendidikan.
2. Kakak-kakak tersayang Mitha Yulistia, Dimas Kurniawan, Zainal Arifin, dan Indah Fitriany Purwaningtyas yang telah memberikan dukungan terbaik dalam pendidikan penulis.
3. Keponakan penulis, Naulinka Atia Syaquila, Zean Marson Ebtora, dan Airin Shanum Ghania yang selalu memberikan keceriaan kepada penulis.
4. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas.
5. Sahabat dan teman-teman penulis yang setia menemani dalam perjuangan dan tulus mendampingi hingga saat ini.
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala, karena atas rahmat dan hidayahnya tesis ini dapat diselesaikan. Tesis ini dengan judul “Pengembangan Program Pembelajaran Berbasis *PBL-STEM* Terintegrasi *Deep Learning* untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Sistem Peserta Didik Pada Topik Siklus Air” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan FKIP Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Dwi Yulianti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar, sekaligus Pembimbing II atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan tesis;
5. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing I atas bimbingan, kesabaran, ketulusan, dan motivasi yang membangun kepada penulis selama menyelesaikan tesis;
6. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Pembahas I pada ujian tesis ini atas masukan dan saran-saran yang bersifat membangun;
7. Bapak Dr. Ryzal Perdana, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama masa studi;

8. Dosen Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung;
9. Bapak Dr. Apri Wahyudi, M.Pd., Dr. Rangga Firdaus, M.Kom., dan Dr. Rahmat Prayogi, M.Pd., selaku validator produk atas kritik dan saran terhadap produk yang dikembangkan;
10. Dian Nurlelasari, S.Pd., Fadilla Hanum, S.Pd., Dani Syahpitri Ginting, S.Pd., dan Maiko Sabri Marta, S.Pd., selaku validator instrumen atas kritik dan saran yang diberikan terhadap produk yang dikembangkan;
11. Kepala sekolah dan pendidik di SD Negeri 1 Banding Agung atas kerjasama, dukungan, dan bantuannya selama penelitian berlangsung;
12. Peserta didik kelas V-B dan V-C SD Negeri 1 Banding Agung, atas kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
13. Teman-teman Magister Keguruan Guru Sekolah Dasar angkatan 2024 tercinta;
14. Sahabat tersayang Fijri Kurnia, Jannatussyifa, Meita Handayani, Yulinda Fatma Ayu Saputri, dan Nong Astriyana yang selalu memberikan keceriaan saat merasa jenuh selama menyelesaikan pendidikan;
15. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan tesis ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepa kita semua serta tesis ini dapat bermanfaat dan menjadi tambahan referensi untuk penelitian lain.

Bandar Lampung, 11 Maret 2026

Tria Anisa  
2423053009

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>v</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Manfaat Penelitian .....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Kajian Teori .....	10
2.1.1 Teori Konstruktivisme .....	10
2.1.2 <i>Meaningful Learning Theory</i> .....	12
2.1.3 <i>Joyful Learning Theory</i> .....	14
2.1.4 Teori Motivasi.....	16
2.1.5 <i>Problem</i> .....	17
2.1.6 Model <i>Problem Based Learning (PBL)</i> .....	21
2.1.7 Pendekatan <i>STEM</i> .....	23
2.1.8 <i>PBL-STEM</i> .....	25
2.1.9 Prinsip <i>Deep Learning</i> .....	27
2.1.10 <i>PBL-STEM Terintegrasi Deep Learning</i> .....	30
2.1.11 Keterampilan Proses Sains .....	31
2.1.12 Berpikir Sistem ( <i>System Thinking</i> ) .....	33
2.1.13 Program Pembelajaran .....	34
2.2 Kerangka Pemikiran.....	36
2.3 Hipotesis .....	37
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>39</b>
3.1 Desain Penelitian .....	39
3.2 Prosedur Pengembangan Produk .....	40
3.2.1 Tahap Analisis.....	40
3.2.2 Tahap Desain dan Pengembangan .....	41
3.2.3 Tahap Implementasi dan Evaluasi .....	42
3.3 Subjek dan Objek Penelitian.....	42
3.4 Variabel Penelitian.....	42
3.5 Instrumen Pengumpulan Data.....	43

3.6 Teknik Analisis Data.....	45
3.6.1 Data Validitas.....	45
3.6.2 Data Kepraktisan.....	47
3.6.4 Data Efektivitas.....	48
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	51
4.2 Pembahasan.....	69
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>85</b>
5.1 Simpulan .....	85
5.2 Saran .....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>107</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks <i>Problem Based Learning (PBL)</i> .....	22
2. Komponen <i>STEM</i> .....	25
3. Komponen <i>PBL-STEM</i> Terintegrasi <i>Deep Learning</i> .....	30
4. Indikator Keterampilan Proses Sains .....	32
5. Indikator Berpikir Sistem.....	34
6. Skala Likert Pada Lembar Validitas Produk dan Instrumen.....	44
7. Skala Likert Pada Lembar Kepraktisan .....	44
8. Kriteria Kevalidan Angket Analisis Kebutuhan Guru .....	45
9. Kriteria Koefisien Korelasi .....	45
10. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	46
11. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	48
12. Kategori Nilai <i>N-gain</i> .....	49
13. Kriteria Nilai <i>Partial Eta Square</i> .....	50
14. Hasil Uji Validitas Angket Kebutuhan Guru .....	54
15. Hasil Validasi Modul Ajar .....	57
16. Hasil Validasi <i>Handout</i> .....	57
17. Hasil Validasi LKPD .....	58
18. Komentar dan Saran Validator Terhadap Program Pembelajaran .....	59
19. Hasil Validitas Lembar Kepraktisan Produk Responden Guru .....	60
20. Hasil Validitas Lembar Kepraktisan Produk Responden Peserta Didik .....	60
21. Hasil Validitas Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran.....	61
22. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes.....	63
23. Hasil Uji Kepraktisan Oleh Guru.....	64
24. Hasil Uji Kepraktisan Oleh Peserta Didik .....	64
25. Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran .....	65
26. Hasil Uji Normalitas .....	66
27. Hasil Uji Homogenitas KPS dan <i>ST</i> .....	66
28. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	67
29. Hasil Uji <i>ANCOVA</i> .....	68
30. Hasil Rata-Rata Sesuai Indikator KPS dan Berpikir Sistem.....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Integrasi Model PBL dan Pendekatan STEM .....	26
2. Prinsip Utama Deep Learning .....	29
3. Diagram Kerangka Pemikiran.....	37
4. Tahapan Penelitian Model DDR .....	39
5. Alur Tahapan Penelitian.....	40
6. Hasil Analisis Kebutuhan Guru .....	54
7. Tampilan Halaman Sampul Program Pembelajaran .....	59
8. Contoh Jawaban Pada Indikator Merumuskan Masalah .....	79
9. Contoh Jawaban Mengidentifikasi Komponen dan Proses Sistem .....	79
10. Contoh Jawaban Membuat Hipotesis dalam LKPD .....	80
11. Contoh Jawaban Membuat Hipotesis.....	81
12. Contoh Jawaban Mengidentifikasi Proses Umpan Balik.....	83
13. Contoh Jawaban Menyajikan Hasil.....	83
14. Contoh Jawaban Mengorganisasikan Komponen Sistem dan .....	83
15. Hasil Karya Miniatur Siklus Air .....	84
16. Aktivitas Menyajikan Hasil dan Generalisasi Pola dalam Sistem .....	84

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Program Pembelajaran .....	108
2. Pedoman Angket Analisis Kebutuhan Guru .....	116
3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen Analisis Kebutuhan Guru .....	119
4. Lembar Validasi Produk .....	123
5. Pedoman Instrumen Kepraktisan Produk.....	138
6. Lembar Kepraktisan Produk .....	142
7. Lembar Validasi Kepraktisan Produk .....	149
8. Kisi-Kisi Instrumen Tes .....	159
9. Rubrik Penilaian Asesmen Pengetahuan.....	160
10. Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Sistem .....	161
11. Rubrik Penilaian Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Sistem .....	162
12. Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Sistem.....	163
13. Hasil Pretest-Posttest.....	166
14. Hasil Tes KPS dan Berpikir Sistem (Pre-Research) .....	168
15. Surat Izin Penelitian .....	169
16. Dokumentasi Penelitian .....	170

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pendekatan *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) telah menjadi salah satu pendekatan utama dalam reformasi pendidikan global untuk menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21. *STEM* telah menjadi pendekatan pendidikan yang dominan di negara-negara maju dan semakin diadopsi oleh negara berkembang. Studi analisis dari publikasi OECD menunjukkan dampak signifikan dari implementasi pendekatan *STEM* dalam sistem pendidikan global (OECD, 2022). Penelitian komparatif membuktikan bahwa negara-negara *OECD* memiliki keunggulan dalam implementasi *STEM*, pengembangan keterampilan 4C (*Critical thinking, Communication, Collaboration, Creativity*), dan penggunaan modul elektronik (*E-Modules*) untuk menciptakan pembelajaran yang lebih efektif dan relevan dengan masa depan. Negara-negara yang berhasil mengimplementasikan pendekatan *STEM* cenderung menunjukkan performa yang lebih baik dalam tes *PISA* (OECD, 2023a). Singapura, yang konsisten menduduki peringkat teratas dalam tes *PISA* (2022), telah mengintegrasikan pendekatan *STEM* secara komprehensif dalam sistem pendidikannya (OECD, 2023b). Sebaliknya, negara-negara dengan implementasi *STEM* yang belum optimal cenderung menunjukkan performa yang lebih rendah dalam tes *PISA*. Indonesia, misalnya, mengalami penurunan dalam semua mata pelajaran yang diuji *PISA* selama beberapa tahun terakhir.

Pada *PISA* (2022), skor Indonesia untuk literasi sains mengalami penurunan menjadi 383, dengan peringkat 68 dari 81 negara yang dievaluasi. Hal ini

menunjukkan, bahwa secara nasional, rata-rata kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih berada pada level 1a dari 6 level tertinggi (OECD, 2023b). Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan peserta didik dalam menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang investigasi ilmiah, serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah masih sangat terbatas (Djulia *et al.*, 2022). Meskipun demikian, pendidikan di Indonesia terus melakukan inovasi untuk meningkatkan minat peserta didik dalam pembelajaran sains, melalui pendekatan *STEM*. Pendekatan *STEM*, peserta didik dituntut untuk mampu memecahkan masalah, menjadi inovator, membangun kemandirian, berpikir logis, mampu beradaptasi dengan teknologi, dan mampu menghubungkan pendekatan *STEM* dengan dunia nyata (Artobatama *et al.*, 2020). Pendekatan *STEM* membantu menumbuhkan kemandirian peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21, dengan fokus pada literasi sains dan teknologi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Purwati *et al.*, 2022). Pendekatan *STEM* dengan mengintegrasikan keempat komponennya mampu menghasilkan aktivitas berpikir peserta didik yang berguna untuk membantu memunculkan keterampilan abad ke-21 peserta didik yang ditandai dengan kemampuan memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi, dan melakukan penyelidikan.

Meskipun potensi besar yang dimiliki oleh pendekatan *STEM* di negara-negara maju, implementasinya menghadapi berbagai tantangan. Penelitian oleh (Batdi *et al.*, 2019) menunjukkan bahwa hambatan utama dalam implementasi pendekatan *STEM* dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok: intrinsik, ekstrinsik, dan institusional. Hambatan ini sering kali diperparah oleh disparitas antara negara maju dan berkembang dalam hal akses terhadap sumber daya pendidikan (Asrizal *et al.*, 2023). Menghadapi tantangan global tersebut, pendidikan abad ke-21 menuntut perubahan paradigma pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konten, tetapi juga pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Keterampilan proses sains dan berpikir sistem merupakan bagian dari keterampilan abad ke-21. Keterampilan proses sains mengarah pada proses membangun konsep sains melalui penyelidikan suatu fenomena alam sekitar

untuk meningkatkan partisipasi secara aktif dan mengembangkan rasa tanggung jawabnya dalam pembelajaran, serta mampu mengembangkan kemampuan berpikir dan berperilaku sebagaimana layaknya seorang ilmuwan (Darmaji *et al.*, 2018). Sedangkan, *system thinking* atau berpikir sistem membantu peserta didik mengatur pikiran mereka dengan cara yang bermakna dan membuat hubungan antara masalah yang tampaknya tidak terkait menjadi saling berkaitan (Effendi *et al.*, 2023). Keterampilan ini penting untuk diterapkan dalam konteks pembelajaran sains sehari-hari dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan penggunaan teknologi secara efektif.

Pembelajaran sains di sekolah dasar idealnya tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan teoretis, tetapi juga pada pengembangan kemampuan bernalar ilmiah melalui aktivitas-aktivitas yang kontekstual dan bermakna. Fakta menunjukkan bahwa masih banyak peserta didik yang kurang tertarik dengan pembelajaran sains karena proses pendidikan yang cenderung monoton dan kurang melibatkan aktivitas pemecahan masalah yang bermakna (Adiwiguna *et al.*, 2019). Peserta didik seringkali mengalami kemunduran dan kurang berperan aktif dalam pembelajaran yang menyebabkan belum tercapainya tujuan pembelajaran yang diharapkan (Suryawan *et al.*, 2024). Selain itu, metode pengajaran konvensional seperti ceramah dan buku teks seringkali tidak efektif dalam merangsang keterlibatan peserta didik, sehingga minat belajar sains seringkali kurang optimal (Nur & Ain, 2024). Kondisi ini menuntut adanya inovasi pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik dalam pembelajaran sains.

Model *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* menawarkan metode yang efektif dalam mengembangkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan global (Hafizah & Nurhaliza, 2021; Khotimah *et al.*, 2021). Model *Problem Based Learning (PBL)* akan mendorong peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran sehingga pengetahuan dapat tumbuh berdasarkan pengalaman dan kemampuan bertanya (Rosana & Jumini, 2022). *PBL* dapat melatih peserta didik menginterpretasikan data dan

menjelaskan fenomena nyata sehingga membantu mereka menjadi pribadi yang mandiri (Choden & Kijkuakul, 2020). Pendekatan *STEM* dapat meningkatkan pengetahuan peserta didik tentang cara kerja dan penggunaan teknologi (Abdurrahman, 2019). Pengintegrasian *deep learning* dapat memperkuat proses belajar dengan memberikan pengalaman interaktif dan analisis data yang lebih mendalam, yang sangat bermanfaat dalam memahami konsep sains yang kompleks (Li *et al.*, 2023). Pendekatan ini tidak sekadar menekankan akumulasi informasi, melainkan juga pemahaman konseptual yang mendalam dan aplikasi pengetahuan dalam berbagai konteks (Akmal *et al.*, 2025; Elbashbishy, 2024). Oleh karena itu, integrasi *deep learning* ke dalam model *PBL-STEM* dapat memperkaya pengalaman belajar dan meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik secara signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan melalui wawancara dan survei secara *online* dengan *google form* terhadap guru tingkat sekolah dasar di Lampung diperoleh hasil bahwa guru sudah melakukan aktivitas berbasis masalah melalui kegiatan eksperimen dalam pembelajaran sains di kelas. Namun, sebanyak 74,6% implementasinya pada topik siklus air masih jarang dilakukan. Hal ini terjadi karena guru merasa kesulitan dalam merancang dan melaksanakan eksperimen di kelas. Akibatnya, guru cenderung memilih metode pengajaran konvensional seperti ceramah atau diskusi. Hal tersebut bertentangan dengan kebutuhan peserta didik yang menginginkan bahwa pembelajaran siklus air akan menyenangkan jika dilakukan dengan aktivitas eksperimen atau praktikum, mereka berpendapat bahwa kegiatan eksperimen memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan mendorong rasa ingin tahu. Selain itu, praktikum sering kali membuat materi yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami oleh peserta didik karena dapat melihat hasil dari proses ilmiah secara langsung. Sebanyak 82,1% guru setuju bahwa aktivitas berbasis masalah melalui kegiatan eksperimen meningkatkan antusias peserta didik terhadap topik siklus air. Tidak hanya itu, guru juga mengalami kesulitan pada kelas dengan jumlah peserta didik yang banyak, untuk memastikan semua peserta didik terlibat secara aktif dalam

kegiatan eksperimen tanpa adanya pembagian kelompok kecil yang terstruktur dengan baik.

Selain itu, hasil tes keterampilan proses sains dan berpikir sistem yang dilakukan di SD Negeri 1 Banding Agung menunjukkan rendahnya capaian kemampuan proses sains peserta didik dengan nilai rata-rata 50,48%. Fakta ini mengindikasikan adanya kendala mendasar dalam pelaksanaan pembelajaran sains di kelas yang mungkin masih bersifat satu arah. Penguasaan peserta didik terpantau paling lemah pada indikator merumuskan masalah dengan persentase hanya 38,10%. Kondisi tersebut memperlihatkan kecenderungan peserta didik yang belum terbiasa berpikir analitis untuk menggali pertanyaan ilmiah dari suatu fenomena. Capaian kemampuan berpikir sistem peserta didik memperlihatkan kondisi yang sama rendahnya dengan rata-rata keseluruhan berada pada angka 44,76%. Kelemahan paling mencolok terlihat jelas pada indikator mengidentifikasi komponen dan proses dalam suatu sistem yang menempati posisi terendah. Situasi ini menjadi akar masalah serius karena pemahaman terhadap komponen dasar adalah fondasi mutlak sebelum peserta didik mampu memahami konsep dasar siklus air.

Berdasarkan masalah tersebut memvalidasi urgensi perbaikan metode pembelajaran melalui program pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran sains khususnya pada topik siklus air. Sebanyak 79,8% guru setuju bahwa perlu adanya program pembelajaran yang dirancang secara khusus untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 peserta didik, seperti keterampilan proses sains dan berpikir sistem. Guru berharap program pembelajaran tersebut berisi panduan langkah-langkah praktis yang mengarah pada aktivitas eksperimen atau praktikum sehingga memudahkan guru dan peserta didik untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem. Selain itu, penggunaan teknologi juga diperlukan untuk dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, membuat materi lebih menarik dan relevan dengan kehidupan nyata, dan mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan di era teknologi yang terus berkembang. Topik siklus air dipilih karena

sebanyak 79,9% peserta didik kesulitan memahami materi pada topik tersebut. Peserta didik mengalami kebingungan dalam memahami tahapan evaporasi, kondensasi, presipitasi, dan koleksi air pada proses siklus air. Hal ini diperparah oleh kurangnya media pembelajaran visual yang membantu memvisualisasikan proses abstrak tersebut (Ariyani & Ganing, 2021). Keterampilan berpikir sistem memungkinkan peserta didik memahami bahwa perubahan pada satu tahap siklus air akan berdampak pada keseluruhan ekosistem (Aisyah & Hanafi, 2022). Selain itu, keterampilan proses sains dapat memfasilitasi peserta didik dalam merancang investigasi mandiri terkait siklus air.

Penelitian ini didukung oleh hasil penelitian terdahulu bahwa pembelajaran berbasis *PBL-STEM* efektif dalam membantu peserta didik mengenali masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari, mengembangkan kreativitas, aktif mengeksplorasi solusi, berkolaborasi, meningkatkan keterlibatan siswa dalam kelas, mengembangkan kemampuan berpikir sistematis melalui pemecahan masalah, dan mampu mengubah paradigma pembelajaran konvensional menjadi pembelajaran yang lebih bermakna, sehingga mampu memunculkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik (Abdurrahman *et al.*, 2023; Dariansyah *et al.*, 2023; Istiana *et al.*, 2024; Muthi'ik *et al.*, 2018; Siska & Maarif, 2023). Keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik diperlukan karena banyaknya permasalahan atau persoalan di dunia nyata yang kompleks dan beragam yang tidak dapat dipecahkan oleh *natural science* atau metode pendekatan spesifik saja (Rachmat *et al.*, 2023). *Deep learning* yang diintegrasikan ke dalam *PBL-STEM* dapat membantu peserta didik menghubungkan, mengintegrasikan, mensintesis informasi baru dengan basis pengetahuan yang ada secara bermakna, mendorong peserta didik untuk membuat makna pada pengalaman kolektif dan pengetahuan ilmiah mereka (Chen & Techawitthayachinda, 2021). Selain itu, program pembelajaran dapat menjadi inovasi pembelajaran yang dapat memudahkan guru serta menarik minat dan memotivasi peserta didik untuk belajar pada kelas sains (Haryanti *et al.*, 2023).

Berdasarkan kesenjangan antara urgensi dan masalah di lapangan berkaitan dengan keterampilan proses sains dan berpikir sistem sebagai keterampilan abad ke-21 yang perlu dimiliki peserta didik. Maka dikembangkan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* yang memuat aktivitas penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan eksperimen, sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik sebagai bekal keterampilan abad ke-21. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Program Pembelajaran Berbasis *PBL-STEM* Terintegrasi *Deep Learning* untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Sistem Peserta Didik Pada Topik Siklus Air”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana validitas program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air?
2. Bagaimana kepraktisan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik pada topik siklus air?
3. Bagaimana efektivitas program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik pada topik siklus air?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, disusun tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan validitas program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air.

2. Mendeskripsikan kepraktisan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air.
3. Mendeskripsikan keefektifan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh penelitian pengembangan ini yaitu sebagai berikut.

##### **1. Manfaat Teoritis**

Manfaat teoritis penelitian ini adalah akan menyediakan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air.

##### **2. Manfaat Praktis**

Manfaat praktis yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan, pengalaman, dan bekal dalam pengembangan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*.
- b. Bagi pendidik, memberikan pengetahuan baru terkait pembelajaran dengan model *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*.
- c. Bagi peserta didik, memberikan pengalaman belajar yang berbeda dan dapat melatih keterampilan proses sains.
- d. Bagi peneliti selanjutnya, menjadi contoh inovasi dalam bentuk pengembangan program pembelajaran.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut.

1. Pengembangan program pembelajaran ini menggunakan aktivitas berbasis *PBL-STEM* yang terdiri dari lima tahap pembelajaran, yaitu orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisasikan peserta didik untuk belajar,

membimbing penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

2. Program pembelajaran yang dikembangkan ditujukan untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik.
3. Indikator keterampilan proses sains yang digunakan mengacu pada indikator oleh (Aktamis & Ergin, 2008), yaitu merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data, dan menyajikan hasil.
4. Terdapat 5 indikator berpikir sistem menurut (Meilinda *et al.*, 2018) yang digunakan, yaitu mengidentifikasi komponen dan proses dalam suatu sistem, mengidentifikasi hubungan struktur dan fungsi/peran dalam sistem, mengorganisasikan komponen sistem dan interaksinya dalam satu kerangka sistem, mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi pada sistem, dan membuat generalisasi dari pola yang dibentuk oleh sistem.
5. Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini adalah program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* yang meliputi modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan *handout* topik siklus air.
6. Penelitian ini diimplementasikan di SD Negeri 1 Banding Agung pada Kelas V Fase C.
7. Uji kevalidan produk terdiri dari validasi materi, media, dan bahasa oleh ahli.
8. Uji kepraktisan pada penelitian pengembangan ini meliputi uji keterbacaan respon peserta didik dan persepsi guru.
9. Uji efektivitas dilakukan untuk meninjau peningkatan keterampilan proses sains pada aspek kognitif sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menerapkan program pembelajaran yang dikembangkan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Teori

#### 2.1.1 Teori Konstruktivisme

Teori konstruktivisme dan *PBL* memiliki hubungan *symbiosis* dalam pembelajaran, di mana *PBL* beroperasi sebagai pendekatan praktis yang mengimplementasikan prinsip-prinsip konstruktivisme menurut Piaget (1971) dan Vygotsky (1978). Konstruktivisme menurut Piaget (1971) adalah sistem penjelasan tentang bagaimana siswa sebagai individu beradaptasi dan memperbaiki pengetahuan (Burman, 2021). Konstruktivisme percaya bahwa pengetahuan tidak ditentukan dari luar diri manusia, tetapi terbentuk dalam diri manusia, dan pembelajaran terjadi dalam konteks spesifik seperti penggunaan teknologi yang mencakup lingkungan dan desain yang secara aktif melibatkan peserta didik (Ritonga & Sumarni, 2024). Secara epistemologis, konstruktivisme menolak gagasan bahwa pengetahuan adalah cerminan realitas objektif, melainkan menekankan bahwa pengetahuan adalah konstruksi aktif subjek yang mengetahui (Aflisia *et al.*, 2021).

Berakar pada teori konstruktivisme menurut Piaget (1971), *PBL* menyatakan bahwa peserta didik membangun pemahaman dan pengetahuan mereka sendiri tentang dunia melalui pengalaman dan refleksi atas pengalaman tersebut, metode ini berbeda dengan metode tradisional, yang mengalihkan fokus dari instruksi yang berpusat pada guru ke penyelidikan dan pemecahan masalah yang berpusat pada peserta didik (Chen, 2024). Salah satu prinsip penting dalam teori ini adalah, bahwa guru tidak hanya sekedar memberikan pengetahuan kepada peserta didik, tetapi terdapat empat asumsi epistemologis yang menjadi inti dari pembelajaran

konstruktivis, yaitu; (1) pengetahuan dibangun secara fisik oleh peserta didik yang terlibat dalam pembelajaran aktif; (2) pengetahuan secara simbolis dikonstruksi oleh peserta didik yang membuat representasi tindakan mereka sendiri; (3) pengetahuan dikonstruksi secara sosial oleh peserta didik yang menyampaikan maknanya kepada orang lain; (4) pengetahuan secara teoritis dibangun oleh peserta didik yang mencoba menjelaskan hal-hal yang tidak sepenuhnya mereka pahami (Singh & Yaduvanshi, 2015).

Studi literatur menunjukkan bahwa penerapan *PBL* dalam kurikulum merdeka terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik, membantu peserta didik menjadi lebih aktif dan kritis, yang sesuai dengan prinsip-prinsip konstruktivisme yang menekankan partisipasi aktif dalam pembelajaran (Wulandari & Nawangsari, 2024). Studi lain menunjukkan, dalam pembelajaran sains di sekolah dasar, model *PBL* terbukti memberikan dampak positif terhadap hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Sagita *et al.*, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa *PBL* mendukung pencapaian tujuan pendidikan yang sesuai dengan pendekatan konstruktivis, di mana peserta didik aktif membangun pengetahuan mereka sendiri (Yanti, 2023). Berdasarkan temuan tersebut, konstruktivisme sebagai pendekatan belajar mengajar adalah hasil dari konstruksi mental, artinya pembelajar membangun ide-ide atau konsep baru berdasarkan pengetahuan mereka saat ini dan sebelumnya, serta guru tidak dapat hanya sekedar memberikan pengetahuan kepada peserta didik, peserta didik harus membangun sendiri pengetahuan dalam benaknya.

Teori konstruktivisme Vygotsky atau yang dikenal sebagai teori konstruktivisme sosial, menekankan peran interaksi sosial dan budaya dalam perkembangan kognitif. Vygotsky (1978) berpendapat bahwa pengetahuan dibangun melalui dialog serta interaksi sosial dan budaya, di mana bahasa berfungsi sebagai mediator antara pemikiran dan tindakan (Lasmawan & Budiarta, 2020). Teori Vygotsky menekankan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah dengan menerapkan empat prinsip dalam proses pembelajaran, yaitu sosiokultural, konsep zona perkembangan proksimal, *scaffolding*, dan perkembangan mental

yang berangkat dari ranah sosial ke ranah individu (Suci, 2018). Vygotsky berpendapat bahwa perkembangan kognitif seseorang tidak hanya ditentukan oleh individu sendiri secara aktif, tetapi juga oleh lingkungan sosial yang aktif. Vygotsky memandang pembelajaran terjadi ketika anak bekerja dalam zona perkembangan proksimal mereka (Dewi & Fauziati, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang efektif terjadi dalam konteks sosial di mana individu dapat belajar dari orang lain yang lebih berpengetahuan atau kompeten.

Penelitian tentang teori Vygotsky menunjukkan bahwa implikasi teori ini dalam pembelajaran adalah menempatkan orientasi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, dimana peserta didik didorong untuk aktif membangun pengetahuannya melalui interaksi sosial (Anggraini, 2021). Pendekatan ini membentuk dasar teoretis yang kuat untuk model pembelajaran yang menekankan kolaborasi dan pemecahan masalah kontekstual.

### **2.1.2 *Meaningful Learning Theory***

Teori *meaningful learning* atau pembelajaran bermakna yang dikembangkan oleh David Ausubel menekankan pentingnya keterkaitan antara pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki oleh peserta didik. Ausubel berpendapat bahwa faktor terpenting dalam pembelajaran adalah apa yang sudah diketahui oleh peserta didik, sehingga guru harus mengidentifikasi pengetahuan awal tersebut sebelum mengajarkan materi baru (Bryce & Blown, 2024). Strategi pembelajaran ini menjadi sangat relevan karena peserta didik diharapkan tidak hanya menghafal materi, tetapi juga mampu memahami dan mengaitkan pengetahuan baru dengan pengalaman atau pengetahuan sebelumnya. Bryce dan Blown menyoroti bahwa dalam praktiknya, pembelajaran bermakna tidak hanya bergantung pada representasi statis pengetahuan dalam memori, tetapi juga melibatkan proses dinamis dan kreatif (Bryce & Blown, 2016). Temuan ini mengungkapkan bahwa memori bersifat non-representasional, artinya proses mengingat bukan sekadar mengakses pengetahuan lama, melainkan membangun kembali pengetahuan tersebut secara kreatif setiap kali dibutuhkan. Proses ini diyakini dapat membentuk jaringan pengetahuan yang lebih kuat dan tahan lama dalam ingatan

peserta didik, sehingga mereka lebih mudah mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari (Nurhasanah *et al.*, 2022).

Salah satu langkah penting dalam teori Ausubel adalah penggunaan *advance organizer*, yaitu pengantar atau materi awal yang bersifat umum untuk membantu peserta didik mempersiapkan diri menerima informasi baru. Namun, Bryce dan Blown menemukan bahwa efektivitas *advance organizers* sangat bervariasi tergantung pada konteks, karakteristik peserta didik, dan cara guru menggunakannya. Penelitian ini menunjukkan bahwa *advance organizers* dapat membantu pembelajaran di berbagai bidang, tetapi hasilnya tidak selalu konsisten. Oleh karena itu, guru perlu menyesuaikan strategi ini dengan kebutuhan individu peserta didik dan situasi pembelajaran yang dihadapi (Bryce & Blown, 2021).

Implementasi *meaningful learning* menuntut peran aktif guru sebagai fasilitator yang mampu merancang pembelajaran secara konseptual dan kontekstual. Guru perlu memahami karakteristik, kemampuan awal, serta gaya belajar peserta didik agar materi yang disampaikan dapat dikaitkan dengan pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik (Miswar, 2017). Cara mengemas pengalaman belajar yang dirancang oleh guru sangat mempengaruhi pengalaman bagi peserta didik. Guru yang mampu mengelola pembelajaran secara kreatif dan inovatif akan lebih mudah membimbing siswa dalam membangun pemahaman konsep. Selain itu, pengalaman langsung dan praktik nyata dalam pembelajaran juga menjadi faktor penting agar peserta didik tidak hanya belajar secara pasif, tetapi juga aktif terlibat dalam proses pembelajaran.

Studi penelitian *meaningful learning* yang diterapkan pada jenjang sekolah dasar dengan mengaitkan materi pelajaran dengan lingkungan sekitar dan pengalaman nyata peserta didik terbukti efektif meningkatkan partisipasi aktif dan antusiasme peserta didik. Penelitian ini mengungkapkan peserta didik menjadi lebih mudah memahami materi karena mereka dapat menghubungkan konsep yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari, sehingga tercipta pengalaman belajar yang bermakna dan relevan (Afiani *et al.*, 2022). Selain itu, penggunaan *advance*

*organizer* berbasis aktivitas autentik dan dunia nyata juga terbukti meningkatkan hasil belajar sains di sekolah dasar. Melalui strategi pembelajaran ini, peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat langsung dalam eksperimen dan kegiatan nyata yang memperkuat pemahaman konsep (Hidayati *et al.*, 2023). *Meaningful learning* di sekolah dasar sangat dipengaruhi oleh peran guru sebagai fasilitator yang mampu merancang pembelajaran sesuai karakteristik dan kebutuhan siswa. Guru perlu kreatif dalam memilih metode, media, dan aktivitas yang dapat mengaitkan pengetahuan baru dengan pengalaman peserta didik, serta menciptakan suasana belajar yang aktif dan kolaboratif (Iskandar *et al.*, 2024). Pembelajaran bermakna tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga membangun motivasi, kemandirian, dan keterampilan sosial peserta didik, sehingga mereka siap menghadapi tantangan di masa depan.

### **2.1.3 Joyful Learning Theory**

*Joyful learning* adalah suatu strategi dan konsep pembelajaran yang merupakan perpaduan dari pembelajaran yang bermakna, kontekstual, konstruktivistik, aktif dan psikologis (Sufiani & Marzuki, 2021). *Joyful Learning* merupakan strategi pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan dan pemahaman peserta didik, dengan penekanan pada belajar sambil bekerja (*learning by doing*) atau pengalaman belajar yang membuat peserta didik merasakan kenikmatan dalam proses pembelajaran, sehingga saat pembelajaran berlangsung anak tidak merasa bosan (Rahma & Hidayah, 2022). *Joyful Learning* dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir, membangun sendiri konsep materi pelajaran serta kemampuan merumuskan kesimpulan pada peserta didik dan menghadapkan peserta didik kepada suatu keadaan yang menyenangkan sehingga dapat membuat peserta didik menyukai materi yang diberikan karena proses belajar didesain lebih dinamis, menekankan hal-hal visual, dan menyenangkan (Amelia, 2023).

Konsep ini didasari oleh pemikiran bahwa suasana belajar yang positif dapat meningkatkan konsentrasi, kreativitas, dan pemahaman peserta didik terhadap

materi pelajaran. *Joyful learning* tidak hanya sekadar menghadirkan hiburan di kelas, tetapi juga mengintegrasikan berbagai strategi pembelajaran yang mampu merangsang rasa ingin tahu dan partisipasi aktif peserta didik, seperti penggunaan permainan edukatif, diskusi kelompok, serta media pembelajaran yang variatif dan menarik (Kamelia *et al.*, 2018). Proses pembelajaran dengan *joyful learning* diimplementasikan tanpa adanya perasaan terpaksa atau tertekan (*not under pressure*) antara guru dan peserta didik, strategi ini dapat menciptakan suasana yang membebaskan peserta didik untuk berani mencoba, bertindak, bertanya dan mengemukakan pendapat sehingga perhatian peserta didik dapat dipusatkan secara penuh pada pembelajaran. Hal tersebut dapat menyadarkan peserta didik akan tujuan ia belajar (Amelia, 2023).

Penerapan *joyful learning* terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan pembelajaran yang monoton dan membosankan, pembelajaran *joyful learning* mampu meningkatkan kemampuan numerasi peserta didik sekolah dasar. Guru yang menerapkan strategi ini tidak hanya menyampaikan materi secara konvensional, tetapi juga melibatkan peserta didik dalam berbagai aktivitas yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, hal ini membuat peserta didik lebih antusias, mudah memahami konsep, dan mampu mengaitkan pembelajaran dengan pengalaman nyata mereka (Putri & Wulandari, 2024). Selain berdampak pada peningkatan hasil belajar, *joyful learning* juga berperan penting dalam membangun suasana kelas yang kondusif dan harmonis. Suasana belajar yang menyenangkan mendorong peserta didik untuk lebih terbuka, berani bertanya, dan aktif berkolaborasi dengan teman sekelas. Temuan penelitian ini membuktikan bahwa penerapan *joyful learning* dengan teknik *mind map* tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga memperkuat komunikasi dan kerja sama antar peserta didik. Guru berperan sebagai fasilitator yang menciptakan lingkungan belajar yang aman, nyaman, dan penuh dukungan, sehingga peserta didik merasa dihargai dan termotivasi untuk terus belajar (Kamelia *et al.*, 2018).

Penelitian tersebut menegaskan bahwa *joyful learning* tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga membangun karakter, motivasi, dan keterampilan

sosial peserta didik. Melalui penciptaan suasana belajar yang menyenangkan, peserta didik lebih mudah memahami materi, berani berekspresi, dan mampu mengembangkan potensi diri secara optimal, sehingga tujuan pendidikan nasional dapat tercapai secara lebih holistik.

#### **2.1.4 Teori Motivasi**

Motivasi merupakan suatu konsep teoritis yang digunakan untuk menjelaskan perilaku manusia. Motivasi didefinisikan sebagai proses untuk memulai, membimbing, dan mempertahankan perilaku yang berorientasi pada tujuan (Urhahne & Wijnia, 2023). Motivasi adalah sejenis perasaan yang selalu menemukan cara untuk turun dan menumbuhkan kecemasan dan ketegangan dalam pikiran dan hati manusia (Cook & Artino, 2016). Individu yang memiliki motivasi diri selalu dapat menemukan motif dan intensitas tanpa mengharapkan dorongan eksternal untuk menyelesaikan tugas meskipun tugas tersebut menantang, dengan motivasi positif, seseorang dapat menghidupkan kembali energi positivisme dan menerapkannya dalam menjalankan tugas (Ross *et al.*, 2016). Sebaliknya, motivasi negatif menggambarkan perilaku yang dimotivasi oleh ekspektasi dan ketakutan tidak dapat mencapai hasil yang diharapkan. Ketakutan dianggap sebagai motivator yang kuat, terutama ketika ketakutan tersebut berkaitan dengan kelangsungan hidup dan usaha masa depan seseorang (Li *et al.*, 2018).

Terdapat tiga teori utama yang muncul dari literatur tentang *human motivation and learning*, yaitu *Self-Determination Theory (SDT)*, *Self-Efficacy Theory (SET)* and *Expectancy-Value Theory (EVT)*. *SDT* adalah teori berbasis kebutuhan yang mengklaim bahwa motivasi muncul dari kebutuhan untuk memenuhi tujuan atau sasaran psikologis yang melekat. Sedangkan, *SET* dan *EVT* adalah teori kognitif motivasi, yang menyatakan bahwa pertimbangan kognitif memainkan peran mediasi dalam menilai kemungkinan dan nilai bertindak menuju tujuan tertentu (Duncan *et al.*, 2022). *SDT* berpendapat bahwa mendukung peserta didik dalam kebutuhan mereka akan kompetensi, otonomi dan keterhubungan memfasilitasi motivasi intrinsik peserta didik (Ryan & Deci, 2020). *SET*

berpendapat bahwa *outcome expectations and ability* sebagai penentu utama dalam pemilihan aktivitas belajar, disamping kemauan untuk mengeluarkan usaha dan ketekunan di dalam dan di luar sekolah (Usher & Schunk, 2017). *EVT* mengklaim bahwa harapan peserta didik untuk sukses pada nilai tugas (minat intrinsik, pencapaian, dan nilai utilitas) adalah penentu utama motivasi dan hasil akademis berikutnya.

*Self-Determination Theory* mengusulkan bahwa pemahaman motivasi perlu memperhatikan tiga kebutuhan dasar manusia, antara lain *autonomy*, *competence*, dan *relatedness* (Ryan & Deci, 2020). *Autonomy*, mengacu pada perasaan seseorang memiliki pilihan dan dengan sukarela mendukung perilakunya. *Competence*, mengacu pada pengalaman penguasaan yang efektif dalam aktivitas seseorang. *Relatedness*, mengacu pada kebutuhan untuk merasakan hubungan dengan orang lain. Selain itu, motivasi belajar peserta didik juga dipengaruhi oleh motivasi intrinsik dan motivasi ekstrinsik. Motivasi intrinsik adalah dorongan dari dalam diri individu untuk belajar karena rasa ingin tahu, minat, atau kesenangan yang diperoleh dari proses pembelajaran itu sendiri (Ayu & Prastyo, 2023). Sedangkan, motivasi ekstrinsik berasal dari faktor eksternal, seperti penghargaan, tekanan sosial, atau kebutuhan untuk memenuhi persyaratan tertentu (Deci & Ryan, 2012). Motivasi ekstrinsik biasanya terkait dengan tujuan spesifik seperti mendapatkan nilai tinggi, memenuhi persyaratan akademis, atau meningkatkan peluang karir. Meskipun efektif dalam jangka pendek, motivasi ekstrinsik seringkali kurang mampu mempertahankan keterlibatan jangka panjang peserta didik dalam pembelajaran.

### **2.1.5 Problem**

#### **a. Problem Solving**

*Problem* dipahami sebagai suatu kesulitan yang bersifat teoritis atau praktis yang menimbulkan sikap ingin tahu dari subjek dan mengarahkannya pada pengayaan pengetahuannya. *Problem solving* hanyalah salah satu jenis dari kategori keterampilan berpikir yang lebih besar yang digunakan guru untuk mengajarkan peserta didik cara berpikir. *Problem solving* didefinisikan sebagai ringkasan dari

proses kognitif yang berfokus pada perubahan keadaan yang diberikan ke keadaan akhir di mana prosedur penyelesaiannya tidak jelas (Dostál, 2015). *Problem solving* adalah proses atau usaha yang menggunakan segala pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman yang dimilikinya untuk menemukan solusi atas permasalahan yang diberikan menggunakan suatu pendekatan tertentu (Annizar *et al.*, 2020).

Pemecahan masalah memerlukan pemahaman terhadap situasi masalah dan cara yang diperlukan untuk membuat keputusan, yang mengarahkan pemahaman individu dan sebagian besar peserta didik tidak tepat dalam menafsirkan masalah yang diberikan (Nur *et al.*, 2021). Setiap peserta didik mempunyai kemampuan intelektual yang berbeda-beda, hal ini dapat dilihat dari cara peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Kebiasaan peserta didik yang hanya mendengar dan melihat guru dalam memecahkan masalah tanpa menyelesaikannya sendiri juga menjadi salah satu faktor yang melemahkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah (Daulay & Ruhaimah, 2019).

*Problem solving* digunakan sebagai langkah awal peserta didik dalam mengembangkan ide-ide atau kreativitas dalam membangun pengetahuan baru, sehingga apabila kemampuan *problem solving* sudah tertanam pada peserta didik maka kemampuan yang lain akan muncul dengan sendirinya (Anisa *et al.*, 2024). Kemauan untuk menyelesaikan masalah, sama halnya dengan kemauan untuk menghadapi masalah, tidak dapat diasumsikan secara otomatis, oleh karena itu, perlu diupayakan dengan bantuan sumber daya dan cara yang tepat, serta memotivasi peserta didik untuk menyelesaikan masalah tersebut. Kemampuan kognitif dan kreativitas dalam memecahkan masalah akan lebih meningkat apabila anak sudah dibiasakan untuk melatih kemampuan *problem solving*-nya (Lestari, 2020). Penguasaan *problem solving* juga berpengaruh terhadap motivasi belajar peserta didik, keterampilan berpikir kritis, kreatif, keterampilan proses sains, dan kemampuan sosial peserta didik yang merupakan bagian dari keterampilan abad 21 (Bariyyah, 2021).

### **b. *Well-Structured Problem***

Berdasarkan strukturnya, *problem* dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu *well-structured problem* dan *ill-structured problem* (Anisa et al., 2024). *Well-structured problem* direpresentasikan sebagai masalah yang menentukan keadaan awal, keadaan tujuan yang memiliki kriteria pasti untuk menguji setiap solusi yang digunakan untuk memecahkan masalah (Reed, 2016). *Well-structured problem* adalah masalah yang dapat dipecahkan menggunakan algoritma atau prosedur formal karena semua elemen yang relevan telah didefinisikan secara eksplisit. Masalah ini melibatkan parameter yang diketahui, hubungan antar elemen yang terkuantisasi, serta solusi akhir yang dapat diverifikasi melalui metode tertentu (Simon, 1973). Secara umum, *well-structured problem* memiliki tiga ciri utama: adanya tujuan spesifik yang dapat dioperasionalkan, ruang solusi terbatas dengan kriteria keberhasilan eksplisit, serta prosedur verifikasi terstandarisasi.

Domain masalah (*well-structured problem* atau *ill-structured problems*) tergantung pada individu peserta didik. Suatu masalah dapat dianggap terstruktur dengan baik ketika tingkat kompleksitas masalah dapat diketahui dengan tingkat kepastian tertentu, sedangkan masalah yang tidak terstruktur dengan baik adalah jenis masalah yang kabur atau tidak jelas. *Well-structured problem* tidak perlu mempertimbangkan argumen alternatif, mencari bukti baru, atau mengevaluasi keandalan data dan sumber informasi. *Well-structured problem* bergantung pada konteks karena mengharuskan *problem solving* memiliki domain pengetahuan khusus, seperti pengetahuan tentang formula atau operasi untuk menyelesaikan masalah tersebut (DiFrancesca, 2015). Dapat dikatakan bahwa *well-structured problem* adalah masalah yang memiliki satu solusi benar dan terjamin dalam penyelesaiannya.

### **c. *Ill-Structured Problem***

*Ill structured problem* adalah jenis masalah yang dihadapi dalam praktek kehidupan sehari-hari, sehingga masalah ini biasanya memunculkan dilema berupa pilihan (Johansen, 1997). *Ill structured problem* muncul dari konteks yang

spesifik, memiliki karakteristik yaitu aspek situasi tidak konkret, masalah tidak terdefinisi dengan baik, masalah yang dimunculkan berdasarkan pada situasi kehidupan nyata, dan akhirnya situasi yang kompleks disajikan (Chi & Glaser, 2021). *Ill-structured problems* bersifat ambigu dengan informasi tidak lengkap, tujuan tidak terdefinisi, dan solusi multipel yang memerlukan penilaian subjektif (Auni & Rahaju, 2024). *Ill-structured problem* adalah masalah yang melibatkan unsur-unsur yang tidak diketahui, masalah ini biasanya memerlukan integrasi beberapa konsep, mempunyai banyak solusi pemecahan masalah sehingga mengharuskan seseorang untuk mengekspresikan pendapat pribadi saat proses pembelajaran berlangsung.

Masalah tak terstruktur merupakan masalah yang rumit dipecahkan karena informasi yang berkaitan dengan masalah tersebut terbatas, mempunyai solusi yang banyak atau tidak mempunyai solusi (Salam, 2022). Karakteristik *ill-structured problems* diantaranya memiliki sifat *authenticity* (keaslian), *complexity* (kompleksitas), dan *openness* (keterbukaan) (Hong & Kim, 2016). Sehingga dalam menyelesaikan masalah tipe *ill-structured problems* memerlukan suatu proses yang tepat. *Ill structured problems* dapat melatih peserta didik untuk belajar mengatur ulang informasi dalam masalah, memfokuskan pemikiran pada pemahaman baru, serta mengevaluasi alternatif untuk menemukan solusi penyelesaian masalah yang paling tepat, sehingga hal tersebut dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

Pengembangan kerangka pemecahan masalah *ill structured problem* oleh (Johansen, 1997), dengan menguraikan tentang proses pemecahan masalah (Sinnott, 1989) meliputi, *construct problem space*, *generate solutions*, dan *monitor solutions*. Aktivitas yang dilakukan peserta didik untuk menyelesaikan *ill structured problem* biasanya melibatkan mereka dalam proses, mendefinisikan masalah, menghasilkan solusi yang mungkin, mengevaluasi solusi alternatif, menerapkan solusi yang paling layak, dan memantau pelaksanaannya. Komponen utama dari penyelesaian *ill-structured problem* mencakup kemampuan untuk membuat representasi masalah dan kemampuan untuk mengembangkan

penyelesaian masalahnya. Penelitian oleh (Hafizah & Nurhaliza, 2021) menunjukkan bahwa *PBL* dengan masalah tak terstruktur efektif menumbuhkan keterampilan proses sains, seperti observasi, pengumpulan data, dan pengambilan keputusan, peserta didik juga terbiasa merancang solusi kreatif untuk masalah seperti polusi udara atau deforestasi.

### **2.1.6 Model *Problem Based Learning* (*PBL*)**

*PBL* didasarkan pada gagasan bahwa pendidikan, pengetahuan, dan pembelajaran adalah proses di mana peserta didik aktif membangun pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan saat ini. Menurut (Bowe & Cowan, 2004), *PBL* bertujuan mempromosikan pembelajaran yang mendalam untuk mencapai tingkat pembelajaran kognitif yang lebih tinggi dan mengembangkan pemahaman yang menyeluruh dari suatu subjek. Model *Problem Based Learning* (*PBL*) akan mendorong peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran sehingga pengetahuan dapat tumbuh berdasarkan pengalaman dan kemampuan bertanya (Handayani *et al.*, 2024). Pembelajar dapat menciptakan pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan logika berpikir mereka, dan mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi (Setiawan *et al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan pendapat (Husnidar & Hayati, 2021), bahwa *Problem Based Learning* membuat peserta didik menginterpretasikan data dan menjelaskan fenomena nyata sehingga membantu mereka menjadi pribadi yang mandiri.

Pendapat (Herlina, 2020), *PBL* memiliki potensi untuk mempersiapkan peserta didik belajar lebih efektif karena didasarkan pada empat wawasan modern ke dalam pembelajaran, yaitu, konstruktif, mandiri, kolaboratif, dan kontekstual. Karakteristik utama dalam model *PBL* menurut (Hung *et al.*, 2019), peserta didik bekerja dalam kelompok kecil untuk mendiskusikan masalah dan mencari solusi bersama, masalah yang digunakan dalam *PBL* harus relevan, kompleks, dan tidak memiliki satu jawaban benar (*ill-structured problems*), peserta didik bertanggung jawab untuk mencari informasi tambahan dari berbagai sumber sebagai bentuk dari aktivitas penyelidikan mandiri, dan peserta didik diajak untuk merefleksikan

proses belajar mereka guna meningkatkan pemahaman dan keterampilan metakognitif. *Problem* dalam *PBL* adalah fokus, stimulus, serta panduan proses pembelajaran dan pada saat yang sama, guru menjadi fasilitator dan pemandu dalam proses pembelajaran tersebut (Chandra *et al.*, 2024).

*PBL* bukan hanya tentang penyelesaian masalah, komponen penting dari dalam *PBL* adalah *peer teaching* dan keterampilan organisasi. Peserta didik belajar untuk menganalisis proses belajar mereka sendiri dan proses belajar sesama anggota kelompok (Herlina, 2020). *PBL* cocok untuk pengembangan keterampilan kunci, seperti kemampuan untuk bekerja dalam kelompok, *problem solving*, meningkatkan *personal learning*, *self-directed learning*, dan keterampilan berkomunikasi. Model pembelajaran *PBL* sangat cocok diterapkan pada mata pelajaran sains, dimana peserta didik dituntut untuk berpikir kreatif, imajinatif dan aktif (Ningtyas *et al.*, 2024). Terdapat 5 tahap sintaks model pembelajaran *PBL* menurut (Arends, 2012), pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks *Problem Based Learning (PBL)*

<b>Tahap-tahap</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
Orientasi peserta didik pada masalah	Tahap guru menyajikan situasi masalah kepada peserta didik dan menjelaskan prosedur yang akan dilakukan untuk terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah.
Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Tahap peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang berhubungan dengan masalah. Peserta didik dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil untuk melakukan penyelidikan.
Membimbing penyelidikan	Tahap peserta didik melakukan penyelidikan untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen, dan mencari penjelasan dan solusi.
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Tahap peserta didik menyajikan hasil penyelidikan mereka dalam berbagai bentuk seperti laporan, video, dan model yang dilakukan secara individu ataupun kelompok.

<b>Tahap-tahap</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan. Peserta didik melakukan refleksi atas efektivitas proses pemecahan masalah yang telah dilakukan

### 2.1.7 Pendekatan *STEM*

*STEM* merupakan istilah yang digunakan untuk merujuk secara kolektif pengajaran dan pendekatan lintas disiplin ilmu, yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematic* (Pangesti *et al.*, 2017). Pendekatan *STEM* merupakan respons terhadap kebutuhan pendidikan abad ke-21 yang menuntut integrasi berbagai disiplin ilmu untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan global dan perkembangan teknologi yang pesat. Pendekatan ini dirancang untuk mengembangkan keterampilan peserta didik dalam empat bidang pengetahuan tersebut secara simultan, meliputi keterampilan sains, keterampilan pengoperasian teknologi, pemecahan permasalahan secara teknis, dan keterampilan pada matematika (Patras *et al.*, 2024). *STEM* menerapkan pendekatan pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah dunia nyata, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, berfokus pada penyelidikan dan inovasi, dan mendorong keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik (Ardianti *et al.*, 2020; Ashidiq *et al.*, 2024). Pembelajaran *STEM* bersifat kontekstual, berorientasi proses, dan berbasis pemecahan masalah autentik, memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan melalui pengalaman *hands-on* yang bermakna.

Landasan teori utama dalam pendekatan *STEM* adalah kognitivisme dan sosio-konstruktivisme, yang menekankan pentingnya pengalaman belajar aktif dan kolaboratif (Sujarwanto, 2023). Penelitian juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *STEM* sering dikombinasikan dengan model pembelajaran inovatif agar proses belajar menjadi lebih sistematis dan terarah. Peserta didik didorong untuk membangun pengetahuan melalui eksplorasi, diskusi, dan kerja tim, sehingga

mereka mampu mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan bermakna terhadap materi yang dipelajari (Cahyadi & Muttaqin, 2025). Selain itu, pendekatan *STEM* sangat relevan dalam menghadapi tantangan revolusi industri 4.0, di mana peserta didik dituntut untuk mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi dan kebutuhan industri (Wicaksono, 2020). Implementasi strategi pembelajaran berorientasi *STEM* terbukti berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains pada peserta didik sekolah dasar (Listiyana *et al.*, 2023). Hal serupa juga dilakukan oleh (Aris *et al.*, 2021), pendekatan kontekstual yang diintegrasikan dengan *STEM* konteks sains forensik memberikan dampak yang positif dalam mengembangkan keterampilan proses sains, sehingga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran.

Implementasi *STEM* dalam pembelajaran sains sekolah dasar dapat dilakukan melalui berbagai model pembelajaran. Salah satu model implementasi *STEM* yang efektif di kelas sains sekolah dasar adalah *PBL-STEM*, di mana peserta didik dilibatkan secara aktif dalam kegiatan pemecahan masalah yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk menyelesaikan permasalahan nyata (Mahjatia *et al.*, 2021). Melalui *PBL-STEM*, keterampilan proses sains seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, merencanakan percobaan, dan menganalisis data dapat dilatihkan secara sistematis karena peserta didik didorong untuk melakukan eksplorasi, diskusi, dan kolaborasi dalam setiap tahap kegiatan (Febriyanti & Maryani, 2020).

*PBL-STEM* juga sangat relevan dalam melatih kemampuan berpikir sistem pada peserta didik sekolah dasar. Proses pembelajaran peserta didik diajak untuk dapat memahami keterkaitan antar konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam suatu sistem yang utuh, sehingga mereka dapat mengidentifikasi hubungan sebab-akibat, menganalisis interaksi antar komponen, dan merancang solusi inovatif terhadap permasalahan yang dihadapi (Waseso *et al.*, 2024). Komponen utama *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM)* terdiri dari 4 komponen utama yang saling terintegrasi, integrasi *STEM* dalam pembelajaran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen *STEM*

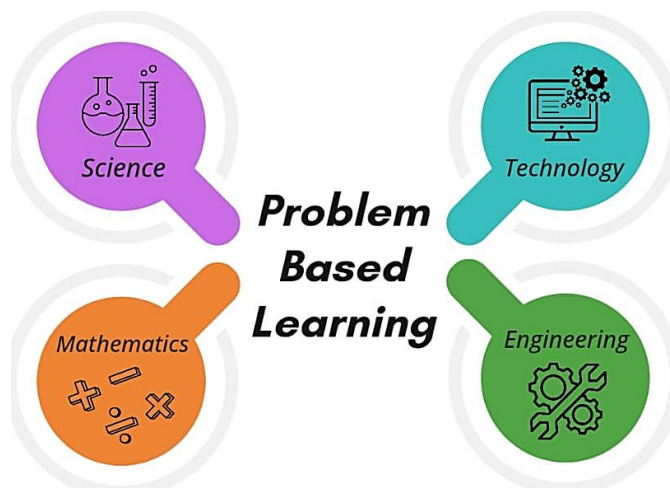
<b><i>STEM</i></b> <b>(1)</b>	<b>Keterangan</b> <b>(2)</b>
<i>Science</i> (Sains)	Berfokus pada pemahaman fenomena alam dan mendorong penggunaan metode ilmiah. Sains mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan, membuat hipotesis, dan menguji teori melalui eksperimen praktis.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Komponen teknologi mempersiapkan peserta didik untuk beradaptasi dengan perkembangan teknologi yang cepat dan memanfaatkannya secara efektif seperti penggunaan alat-alat digital dan perangkat lunak dalam pembelajaran.
<i>Engineering</i> (Teknik)	Teknik dalam <i>STEM</i> berfokus pada pengembangan keterampilan desain dan prototipe, peserta didik belajar untuk merancang solusi kreatif dan inovatif untuk masalah dunia nyata.
<i>Mathematics</i> (Matematika)	Matematika memberikan dasar yang kuat untuk pemahaman kuantitatif, pengembangan pemikiran logis, dan keterampilan pemecahan masalah yang dialami oleh peserta didik dalam kehidupan nyata.

*STEM* memiliki potensi besar untuk mempersiapkan generasi mendatang menghadapi tantangan kompleks abad ke-21. *STEM* berfokus pada pembelajaran interdisipliner, pemecahan masalah dunia nyata, dan pengembangan keterampilan kritis, *STEM* tidak hanya meningkatkan prestasi akademik peserta didik, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk sukses dalam karir masa depan dan berkontribusi pada inovasi global. Implementasi pendekatan *STEM* tidak hanya memperkuat penguasaan konsep sains, tetapi juga membangun pola pikir sistemik yang sangat dibutuhkan di era Revolusi Industri 4.0 dan pembelajaran abad ke-21.

### 2.1.8 *PBL-STEM*

*PBL-STEM* merupakan perpaduan antara model pembelajaran berbasis masalah (*PBL*) dengan pendekatan *STEM*. Model *Problem Based Learning (PBL)* menekankan pembelajaran kolaboratif yang inovatif, di mana peserta didik dihadapkan pada masalah dan diberikan kondisi pembelajaran aktif melalui pembelajaran tim atau kelompok (Torlakson & Bonilla, 2014). Model *PBL-STEM* menempatkan peserta didik pada situasi masalah otentik yang memerlukan solusi dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu. Melalui pendekatan ini, peserta

didik tidak hanya memperoleh pengetahuan akademis tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis dalam menerapkan pengetahuan tersebut (Widyawati *et al.*, 2024).



Gambar 1. Integrasi Model *PBL* dan Pendekatan *STEM*

Gambar 1, menunjukkan integrasi *PBL-STEM* menciptakan lingkungan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah menggunakan perspektif interdisipliner dari sains, teknologi, teknik, dan matematika (Wahyuni & Tri Lestari, 2022; Yuniar & Hadi, 2023). Sepanjang proses pemecahan masalah, peserta didik membangun pengetahuan dan keterampilan pemecahan masalah serta mengatur perilaku belajar sendiri (Shofiyah & Wulandari, 2018). Hal ini membuat peserta didik lebih bersemangat dan membuat proses pembelajaran lebih bermakna. Karakteristik *PBL-STEM* lebih menekankan pada proses pemecahan masalah (*ill-structured problem*) dimulai dari memahami masalah yang tidak jelas hingga mengevaluasi berbagai solusi pemecahan masalah (Jang, 2016). Langkah-langkah dalam pemecahan masalah yaitu menemukan dan menentukan masalah, menentukan pengerjaan proyek secara individu atau kelompok, mengembangkan desain pemecahan masalah, membangun, menguji coba, dan mengevaluasi produk, serta mengomunikasikan produk tersebut (Farwati *et al.*, 2017). *PBL-STEM* sangat tepat diterapkan dalam pembelajaran karena memiliki pengaruh terhadap interaksi antara peserta didik dengan lingkungannya.

### 2.1.9 Prinsip *Deep Learning*

*Deep Learning* dibangun berdasarkan tiga prinsip utama yang saling berkaitan, prinsip pertama berkesadaran (*mindful*) yang merujuk pada pengalaman belajar di mana peserta didik memiliki kesadaran penuh untuk menjadi pembelajar aktif dan mampu meregulasi diri (Kemendikdasmen, 2025). Peserta didik tidak sekadar menjalani proses belajar secara pasif, melainkan benar-benar memahami tujuan pembelajaran, terdorong oleh motivasi intrinsik untuk belajar, serta secara aktif mengembangkan strategi-strategi belajar yang efektif guna mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Hasil Penelitian (Elbashbisy, 2024), menunjukkan bahwa pembelajaran yang lebih mendalam mempersiapkan peserta didik untuk kuliah dan karier dengan membekali mereka dengan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan beradaptasi, berfokus pada konsep inti pemecahan masalah dan membantu pembelajaran menjadi mandiri dan mampu menerapkan pengetahuan pembelajaran praktik.

Hal ini menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konten, yang mengarah pada peningkatan retensi dan penerapan pengetahuan dalam berbagai situasi (Collins, 2020). Lingkungan dan kebijakan berbasis kompetensi dapat mendorong *Deeper learning* di mana guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan besar, membangun budaya revisi, menuntut demonstrasi pembelajaran di depan umum dan mengumpulkan artefak yang mewakili dirinya sendiri. Pembelajaran bermakna memastikan bahwa proses belajar tidak berhenti pada level pemahaman informasi atau penguasaan konten semata, tetapi berorientasi pada kemampuan mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam konteks yang *real* dan relevan. Sehingga, peserta didik tidak hanya tahu ‘apa’ tetapi juga ‘mengapa’ dan ‘bagaimana’ pengetahuan tersebut dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

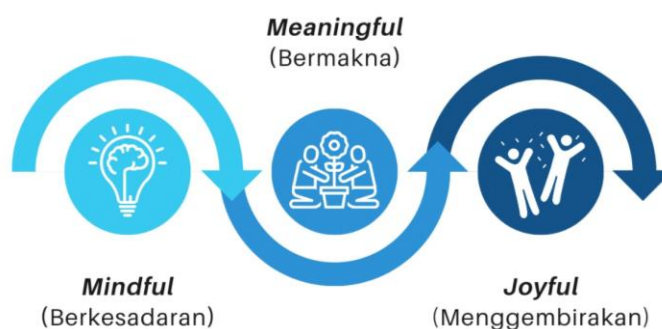
Prinsip *Deep Learning* dalam pendidikan menekankan pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan materi secara permukaan, tetapi juga pada pemahaman yang mendalam melalui pengalaman belajar yang berkesadaran

(*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*) melalui olah pikir (intelektual), olah hati (etika), olah rasa (estetika), dan olah raga (kinestetik) secara holistik dan terpadu (Feriyanto & Anjariyah, 2024). *Mindful learning* merupakan proses belajar yang menuntut perhatian penuh, refleksi, dan kesadaran diri peserta didik terhadap apa yang dipelajari (Suwandi *et al.*, 2024). Pada konteks kelas sains sekolah dasar, *mindful learning* membantu peserta didik untuk lebih fokus dalam melakukan observasi, eksperimen, dan analisis data, sehingga keterampilan proses sains seperti mengamati, mengklasifikasi, dan menafsirkan dapat berkembang secara optimal (Tamalene & Jusuf, 2024).

Sementara itu, *meaningful learning* menekankan pentingnya keterkaitan antara pengetahuan baru dengan pengalaman atau pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik sebelumnya (Rahayu *et al.*, 2025). Pembelajaran bermakna harus diterapkan sejak seseorang mulai belajar, sehingga di dalam struktur kognitif tersebut akan terdapat informasi-informasi yang relevan sehingga dapat menciptakan pembelajaran bermakna (Putra *et al.*, 2023). Mengaitkan konsep-konsep sains dengan kehidupan sehari-hari, akan lebih memudahkan peserta didik memahami dan menginternalisasi materi, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mendalam (Pandi *et al.*, 2025). *Joyful learning*, sebagai prinsip ketiga, menekankan pada penciptaan suasana belajar yang menyenangkan, penuh motivasi, dan melibatkan emosi positif peserta didik (Feriyanto & Anjariyah, 2024). Penerapan aktivitas yang berbasis permainan, eksperimen, atau proyek kreatif dapat meningkatkan keterlibatan dan antusiasme peserta didik, sehingga mereka lebih aktif dalam mengembangkan keterampilan proses sains (Setiawati *et al.*, 2024). Ketiga prinsip *deep learning* ini sangat relevan untuk melatih keterampilan proses sains pada siswa sekolah dasar.

Selain keterampilan proses sains, prinsip *deep learning* juga sangat berperan dalam melatih kemampuan berpikir sistem pada peserta didik sekolah dasar. *Mindful learning* membantu peserta didik untuk memperhatikan keterkaitan antar komponen dalam suatu sistem sains, sehingga mereka mampu menganalisis hubungan sebab-akibat dan berpikir secara menyeluruh (Putri *et al.*, 2024).

*Meaningful learning* memperkuat pemahaman peserta didik tentang bagaimana konsep-konsep sains saling berhubungan dalam suatu sistem, misalnya dalam ekosistem atau siklus air. *Joyful learning* mendorong peserta didik untuk aktif berdiskusi, bekerja sama, dan berkolaborasi dalam proyek-proyek sains yang bersifat sistemik (Farasi *et al.*, 2024). Melalui aktivitas kelompok yang menyenangkan, peserta didik dapat saling bertukar ide dan membangun pemahaman bersama tentang sistem yang dipelajari, sehingga keterampilan berpikir sistem dapat berkembang secara alami dalam suasana belajar yang positif.



Gambar 2. Prinsip Utama *Deep Learning*

Implementasi prinsip *deep learning* dalam pembelajaran sains sekolah dasar terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik (Nurtriana *et al.*, 2024). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah dan pendekatan *STEM* yang mengintegrasikan *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning* dapat meningkatkan hasil belajar, keterampilan proses, serta kemampuan berpikir kritis dan sistemik peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi ketiga prinsip *Deep Learning* sangat penting untuk membangun fondasi sains yang kuat sejak dini.

Kerangka kerja *deep learning* mengintegrasikan dua taksonomi pendidikan, yaitu Taksonomi *Structure of Observed Learning Outcomes (SOLO)* dan Taksonomi Bloom. Integrasi ini membentuk kerangka yang komprehensif untuk memahami tingkat pembelajaran, jenis pembelajaran, dan pengalaman belajar yang sesuai. Tingkat pembelajaran dalam kerangka ini dibagi menjadi lima level, mulai dari belum berkembang (*incompetence*), kurang berkembang (*underdeveloped*), cukup berkembang (*quite developed*), berkembang (*develop*), dan unggul (*excellence*).

Kerangka pembelajaran mendalam dirancang melalui tiga tahapan yang saling berkesinambungan, yaitu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi (Kemendikdasmen, 2025).

### 2.1.10 *PBL-STEM Terintegrasi Deep Learning*

Model *PBL-STEM* yang terintegrasi prinsip *deep learning* (*mindful, meaningful, joyful*) merepresentasikan inovasi pedagogis untuk mengembangkan kompetensi holistik dalam pembelajaran sains. Integrasi ini memadukan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik melalui pengalaman belajar autentik yang relevan dengan tantangan abad ke-21. Penelitian menunjukkan bahwa *PBL-STEM* secara intrinsik mendorong pendekatan *deep learning* di mana peserta didik terlibat secara intrinsik dan berusaha memahami materi secara mendalam, bukan sekadar menghafal (Kilgour *et al.*, 2017). Komponen *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen *PBL-STEM* Terintegrasi *Deep Learning*

Tahap <i>PBL-STEM</i>	Prinsip <i>Deep Learning</i>	Keterangan
Orientasi peserta didik pada masalah	<i>Mindful Learning</i>	Tahap ini menekankan kesadaran penuh peserta didik terhadap masalah nyata yang akan dipecahkan. Peserta didik dilatih untuk fokus, mengamati dengan cermat, dan mengaktifkan pengetahuan awal secara sadar
Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	<i>Mindful Learning</i>	Pada tahap ini, peserta didik secara sadar mengatur diri dan kelompoknya untuk pembelajaran kolaboratif yang efektif serta proses metakognitif yang dikembangkan melalui perencanaan strategis
Membimbing penyelidikan	<i>Meaningful &amp; Joyful Learning</i>	Tahap penyelidikan mengintegrasikan pembelajaran bermakna dengan kesenangan dalam eksplorasi. Peserta didik menghubungkan konsep <i>STEM</i>

Lanjutan Tabel 3.

Tahap <i>PBL-STEM</i>	Prinsip <i>Deep Learning</i>	Keterangan
Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya	<i>Meaningful &amp; Joyful Learning</i>	dengan konteks nyata dan menikmati proses penyelidikan Peserta didik menciptakan produk atau solusi inovatif yang bermakna bagi kehidupan mereka. Proses kreatif ini memberikan kepuasan dan kebanggaan atas pencapaian mereka
Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah	<i>Meaningful Learning</i>	Tahap refleksi ini memungkinkan peserta didik untuk menganalisis proses pembelajaran mereka secara mendalam dan membuat koneksi bermakna dengan pembelajaran masa depan

Model ini secara khusus efektif untuk melatih keterampilan proses sains melalui *scaffolding* berbasis masalah. Peserta didik tidak hanya menguasai prosedur ilmiah seperti observasi dan eksperimen, tetapi juga memahami mengapa langkah-langkah tersebut penting dalam konteks pemecahan masalah nyata (Misaki *et al.*, 2020). Temuan ini mengonfirmasi bahwa *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* bukan hanya strategi instruksional efektif, tetapi juga investasi pengembangan kapital manusia untuk masa depan.

### 2.1.11 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains didefinisikan sebagai keterampilan ilmiah yang digunakan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep dan teori ilmiah. Penguasaan keterampilan proses sains tidak hanya berguna dalam sains belajar tetapi juga untuk kehidupan sehari-hari peserta didik (Sholihah *et al.*, 2020). Keterampilan proses merupakan keterampilan yang menuntut peserta didik untuk dapat aktif dan mandiri dalam proses pembelajaran, dimana peserta didik yang belajar tidak hanya menjadi penonton tetapi terlibat aktif sejak dini dalam pengalaman nyata (Artun *et al.*, 2020). Keterampilan proses ini dapat dilakukan

pada setiap proses pembelajaran. Namun akan lebih bermakna jika dilaksanakan pada proses pembelajaran sains.

Pembelajaran sains merupakan pembelajaran yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari terutama yang berhubungan dengan fenomena-fenomena serta gejala-gejala alam (Astimar *et al.*, 2019). Sehingga proses sains harus dirancang dengan menekankan pada pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar peserta didik dapat memahami alam sekitar melalui proses menemukan dan melakukan, hal ini akan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam (Ping *et al.*, 2020). Belajar sains tidak hanya sekedar menyebutkan konsep, fakta, dan prinsip alam dan rumusan ilmiah (konseptual dan faktual) tetapi juga menguasainya bersama dengan keterampilan terintegrasi selama proses pembelajaran (prosedural) (Hardiyanti, 2022). Keterampilan proses sains penting dikuasai oleh peserta didik untuk dapat memahami metode-metode sains yang dapat diperoleh dan dikembangkan melalui pelatihan seperti terlibat dalam kegiatan praktikum sains.

Temuan (Antrakusuma *et al.*, 2017), menjelaskan bahwa terdapat 10 indikator keterampilan proses sains yaitu mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan eksperimen, memanipulasi bahan, dan peralatan, menemukan kesimpulan, menerapkan, dan mengkomunikasikan. Penelitian (Zeidan & Jayosi, 2015), mengungkapkan bahwa, keterampilan proses sains dasar (*basic*) merupakan prasyarat atau dasar dalam mempelajari keterampilan keterampilan proses sains terpadu (*integrated*). Indikator keterampilan proses sains dasar terdiri dari *observing, measuring, inferring, classifying, predicting, communicating*. Indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator Keterampilan Proses Sains

No.	Indikator KPS	Sub Indikator
1.	Merumuskan masalah	Menemukan masalah Membuat prediksi Merumuskan masalah
2.	Membuat hipotesis	Membuat hipotesis

No.	Indikator KPS	Sub Indikator
3.	Menentukan variabel	Menentukan variabel
4.	Pengujian hipotesis	Membuat daftar alat dan bahan Merancang prosedur percobaan
5.	Menyajikan data	Menyajikan data hasil percobaan dalam tabel Menganalisis data dan pembahasan
6.	Menyajikan hasil	Membuat kesimpulan

### 2.1.12 Berpikir Sistem (*System Thinking*)

*System thinking* didefinisikan sebagai jenis penalaran pemecahan masalah yang menggunakan pendekatan non-reduksionis untuk mempertimbangkan bagaimana hubungan sebab dan akibat berinteraksi (Azzahra *et al.*, 2023). Berpikir sistem mirip dengan apa yang disebut pemikiran holistik dalam penekanannya pada dinamika seluruh sistem dan pentingnya interaksi antar komponen sebagai penentu perilaku keseluruhan sistem (Clark *et al.*, 2017). Penelitain (Arnold & Wade, 2017) berpendapat bahwa berpikir sistem mencakup dua aspek atau bidang keterampilan berpikir sistem yang berbeda, yaitu 1) *Gaining Insight*, meningkatkan wawasan sistemik dari suatu sistem tertentu, 2) *Using Insight*, menerapkan wawasan sistemik ke suatu sistem tertentu. Pemikiran sistem ini mencakup kemampuan untuk memperoleh wawasan sistemik, dan kemampuan untuk menggunakan wawasan tersebut guna memahami dan memengaruhi sistem. Pemikiran sistem berurusan dengan pengenalan pola dan hubungan timbal balik, serta penggunaannya untuk membangun proses mental yang lebih efektif dan efisien.

Keterampilan berpikir sistem dapat ditingkatkan secara signifikan dengan pembelajaran yang dapat merangsang siswa untuk mulai mengenali masalah nyata dalam hidup dan kemudian secara aktif dan kreatif memecahkan masalah (Abdurrahman *et al.*, 2023). *System thinking* melibatkan analisis objektif tentang keterkaitan antar komponen, menelusuri perubahan dalam sistem dari waktu ke waktu, pendekatan ini menekankan keseluruhan proses daripada mengisolasi bagian-bagian secara individual (Prabawani *et al.*, 2022). Indikator berpikir sistem yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada

indikator menurut (Meilinda *et al.*, 2018) yang dibagi menjadi tiga level, I *Pre-requirement*, II *Basic*, dan III *Intermediate* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator Berpikir Sistem

No.	Level	Indikator
1.	I ( <i>Pre-requirement</i> )	Mengidentifikasi komponen dan proses dalam suatu sistem
2.		Mengidentifikasi hubungan struktur dan fungsi/peran dalam sistem
3.	II ( <i>Basic</i> )	Mengorganisasikan komponen sistem dan interaksinya dalam satu kerangka sistem
4.		Mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi pada sistem
5.	III ( <i>Intermediate</i> )	Membuat generalisasi dari pola yang dibentuk oleh sistem

### 2.1.13 Program Pembelajaran

Program pembelajaran adalah catatan-catatan hasil pemikiran awal seorang guru sebelum mengelola proses pembelajaran, yang berisi hal-hal yang perlu dilakukan oleh guru dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran atau suatu rencana terstruktur yang dirancang untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu (Chaerunisa *et al.*, 2023). Program pembelajaran harus dirancang dengan mempertimbangkan berbagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi proses belajar mengajar dan mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi sosial dan teknologi (Nasirun *et al.*, 2021). Program pembelajaran dikembangkan dari kurikulum dan bertujuan untuk mencapai kompetensi atau tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Program pembelajaran dikembangkan dari kurikulum dan bertujuan untuk mencapai kompetensi atau tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kurikulum memberikan acuan dalam bentuk capaian pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik. Capaian pembelajaran (CP) tersebut kemudian dijabarkan menjadi tujuan pembelajaran (TP). Tujuan pembelajaran merupakan rumusan yang menggambarkan hasil belajar yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Tujuan pembelajaran dirumuskan berdasarkan standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator pencapaian kompetensi yang telah ditetapkan (Silaban, 2021).

Proses pengembangan program pembelajaran memerlukan keterlibatan semua pemangku kepentingan, keterlibatan ini tidak hanya meningkatkan kualitas program tetapi juga menciptakan lingkungan belajar yang lebih mendukung bagi peserta didik (Mujahidin, 2019). Sejalan dengan pendapat tersebut, (Zam, 2024) mengemukakan bahwa program pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat transfer pengetahuan tetapi juga sebagai mekanisme untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan di masa depan. Ini melibatkan pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi di antara peserta didik. Program pembelajaran harus dirancang untuk tidak hanya memenuhi standar akademis tetapi juga untuk membekali peserta didik dengan keterampilan yang diperlukan di era modern.

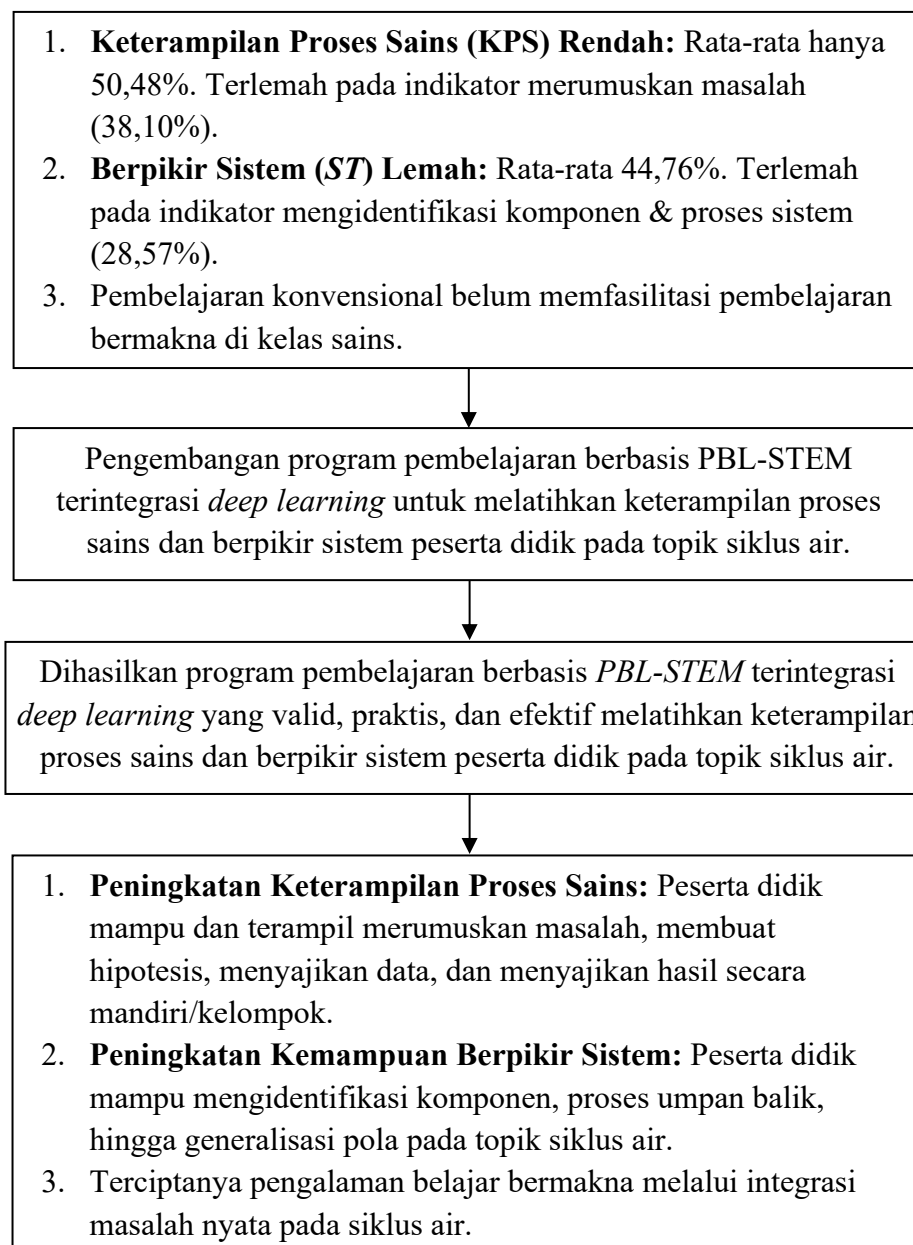
Kajian literatur menunjukkan Penggunaan program pembelajaran dalam kelas sains sekolah dasar telah menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran dan hasil belajar peserta didik. Program pembelajaran yang terstruktur dan berbasis teknologi mampu meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep sains pada peserta didik sekolah dasar. Program ini memberikan pengalaman belajar yang interaktif sehingga peserta didik lebih aktif belajar (Taufik & Rinto, 2018). Program pembelajaran yang menggunakan metode pembelajaran kooperatif berbasis teknologi meningkatkan interaksi sosial dan kerja sama antar peserta didik, yang pada akhirnya memperkuat pemahaman konsep sains (Juniati *et al.*, 2023). Penggunaan program pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan hasil belajar sains secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Studi oleh (Trisnawati & Ardani, 2024), menyoroti pentingnya program pembelajaran yang adaptif dan personalisasi sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Program yang dapat menyesuaikan tingkat kesulitan materi dan memberikan umpan balik secara langsung terbukti meningkatkan motivasi belajar dan prestasi peserta didik di kelas sains sekolah dasar.

Kajian oleh (Fitriani *et al.*, 2023) menemukan bahwa selain dari aspek motivasi dan hasil belajar, efektivitas program pembelajaran juga dipengaruhi oleh

kemampuan guru dalam mengimplementasikannya. Guru yang memiliki kompetensi teknologi dan pedagogik yang baik mampu mengoptimalkan penggunaan program pembelajaran sehingga hasil belajar peserta didik meningkat secara signifikan. Pengintegrasian model *Problem-Based Learning (PBL)* dengan pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)* dan prinsip *deep learning* telah terbukti meningkatkan kualitas pembelajaran sains di sekolah dasar. Kombinasi ini mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi masalah kontekstual melalui investigasi multidisiplin, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir sistem (*system thinking*) peserta didik (Safitri *et al.*, 2025). Keberhasilan program pembelajaran sangat bergantung pada desain program yang interaktif dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan kurikulum yang berlaku.

## 2.2 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kesenjangan antara urgensi dan masalah di lapangan dengan kondisi yang seharusnya berkenaan dengan pembelajaran pada topik siklus air, kemudian menawarkan solusi berupa pengembangan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik yang ditinjau berdasarkan ketercapaian indikator keterampilan proses sains dan berpikir sistem pada setiap aktivitas *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*. Program pembelajaran yang digunakan mampu berperan sebagai bahan ajar yang digunakan guru untuk menggiring perhatian peserta didik dan memberikan kesempatan kepada peserta didik bekerja secara mandiri/kelompok untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem melalui *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*. Diagram alur kerangka pemikiran tentang pengembangan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Kerangka Pemikiran

### 2.3 Hipotesis

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

$H_0$  : program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* tidak efektif meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan

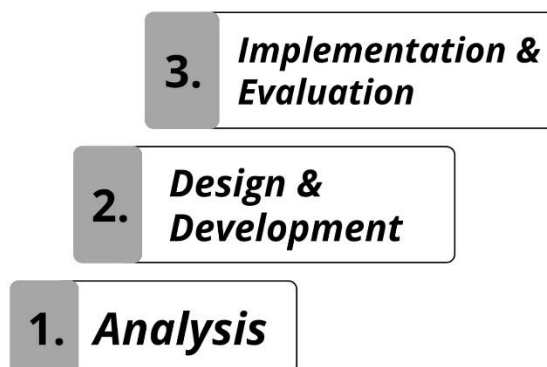
program pembelajaran konvensional pada topik siklus air.

H<sub>1</sub> : program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* efektif meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan program pembelajaran konvensional pada topik siklus air.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

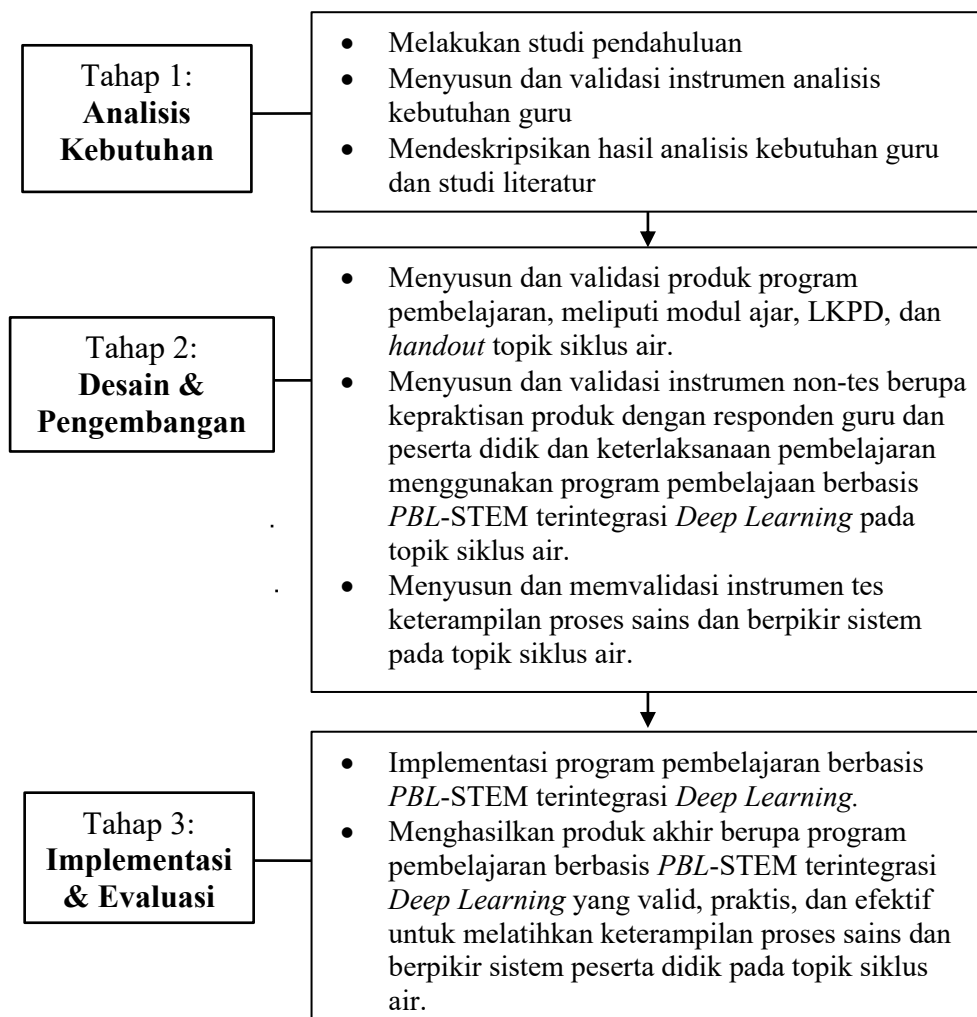
Penelitian ini menerapkan pendekatan metode campuran (*mix methods*), *mixed methods* adalah prosedur pengumpulan, analisis, dan pencampuran antara metode kuantitatif dan kualitatif dalam satu rangkaian penelitian agar memberikan pemahaman masalah yang lebih komprehensif (Cresswell & Speelman, 2020). Model penelitian ini berpedoman pada pendekatan *Design and Development Research (DDR)* atau penelitian desain dan pengembangan (Richey & Klein, 2007). Pengembangan model (Richey & Klein, 2007) memaparkan bahwa model (*DDR*) adalah studi sistematis tentang proses desain, pengembangan dan evaluasi dengan tujuan membangun dasar empiris untuk penciptaan produk dan alat instruksional maupun non-instruksional, serta model-model baru atau yang disempurnakan yang mengatur pengembangannya. Model *DDR* dilaksanakan melalui serangkaian tahapan sistematis yang membentuk kerangka kerja penelitian. Terdapat tiga tahapan utama yang digunakan dalam penelitian *DDR* terdiri dari: analisis kebutuhan, desain dan pengembangan, serta implementasi dan evaluasi. Alur tahapan penelitian *DDR* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan Penelitian Model *DDR*

## 3.2 Prosedur Pengembangan Produk

Prosedur pengembangan produk program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* dilakukan berdasarkan prosedur penelitian *DDR*, yaitu 1) analisis, 2) desain dan pengembangan, serta 3) implementasi dan evaluasi yang dijabarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur Tahapan Penelitian

### 3.2.1 Tahap Analisis

Tahap pertama dari model pengembangan *DDR* berfokus pada identifikasi permasalahan dan kebutuhan yang menjadi dasar pengembangan. Tahap ini melibatkan pengumpulan data melalui survei dan tinjauan literatur untuk

memahami konteks dan kebutuhan produk yang akan dikembangkan (Idris & Jamil, 2024). Tujuan utama tahap analisis adalah membangun pemahaman yang komprehensif tentang kebutuhan dan persyaratan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* yang akan mengintegrasikan prinsip *deep learning*, seperti masalah otentik dan kontekstual yang dapat diselesaikan melalui aktivitas *PBL-STEM*, konsep-konsep esensial yang perlu dikuasai peserta didik, indikator keterampilan proses sains dan berpikir sistem yang akan dilatihkan, karakteristik peserta didik untuk memfasilitasi pengintegrasian *deep learning*, serta keselarasan antara model *PBL*, pendekatan *STEM*, dan prinsip *deep learning* dalam program pembelajaran yang telah dikembangkan.

Teknik pengumpulan data pada tahap ini menggunakan *google form*. Analisis data hasil kuesioner diinterpretasikan dalam bentuk deskriptif. Kemudian dilakukan juga studi literatur berkaitan dengan pengembangan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik.

### **3.2.2 Tahap Desain dan Pengembangan**

Pada tahap kedua, fokus utama adalah merancang dan mengembangkan prototipe berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan studi literatur. Tahap desain dan pengembangan melibatkan penentuan komponen, struktur, dan strategi implementasi dari model atau produk yang dikembangkan. Peneliti merancang seluruh komponen program pembelajaran dengan memastikan bahwa model *PBL-STEM* dan prinsip *deep learning* terintegrasi secara efektif untuk membentuk kerangka pembelajaran yang akan melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem pada topik siklus air. Prototipe produk mencakup seluruh komponen program pembelajaran yang akan dikembangkan, meliputi 1) Modul ajar berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*, 2) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), 3) *Handout* materi siklus air 4) Instrumen tes keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik, 5) Instrumen non-tes kepraktisan produk. Setelah prototipe program pembelajaran selesai dikembangkan, tahap berikutnya

adalah validasi ahli terhadap kelayakan program pembelajaran yang dikembangkan.

### **3.2.3 Tahap Implementasi dan Evaluasi**

Tahap ketiga berfokus pada implementasi model atau produk yang telah dikembangkan serta evaluasi terhadap efektivitasnya. Setelah program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* melewati serangkaian validasi, uji coba, dan revisi pada tahap desain dan pengembangan produk final perlu diimplementasikan untuk mengetahui apakah program pembelajaran yang dikembangkan dapat mengatasi permasalahan keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik di sekolah dasar pada topik siklus air. Selanjutnya, melakukan evaluasi yang bertujuan untuk menilai validitas, efektivitas, dan kepraktisan produk dalam konteks nyata.

## **3.3 Subjek dan Objek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini diambil dari populasi yang berjumlah 82 peserta didik, dengan penetapan sampel uji coba sebanyak 54 peserta didik kelas V di SD Negeri 1 Banding Agung. Adapun yang menjadi objek dalam penelitian pengembangan ini berupa produk program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air.

## **3.4 Variabel Penelitian**

Variabel pada penelitian ini terdiri dari dua variabel, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen pada penelitian ini adalah program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*. Sedangkan, variabel dependen penelitian adalah keterampilan proses sains dan berpikir sistem.

### 3.5 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan pada penelitian pengembangan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*, yaitu instrumen non-tes dan instrumen tes keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik.

#### 1. Instrumen Non-Tes

Instrumen non-tes merupakan alat pengumpulan data yang digunakan untuk menilai, mengukur, atau menghimpun informasi secara komprehensif tanpa menggunakan pengujian kognitif yang memaksakan jawaban benar atau salah (Magdalena *et al.*, 2021). Instrumen non-tes yang digunakan pada penelitian ini terbagi dalam tiga bentuk, yakni angket analisis kebutuhan, lembar validasi ahli, lembar observasi kepraktisan dan keterlaksanaan pembelajaran. Angket analisis kebutuhan digunakan untuk mengetahui masalah dan potensi kebutuhan guru terkait program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* yang akan dikembangkan. Angket analisis kebutuhan berisi daftar pertanyaan yang terdiri dari 14 item pertanyaan yang ditujukan kepada guru sekolah dasar yang ada di Lampung. Lembar validasi ahli digunakan pada tahap penilaian kelayakan yang dilakukan oleh validator ahli. Instrumen ini dirancang untuk menilai tiga aspek, meliputi: (a) kevalidan produk program pembelajaran yang dikembangkan; (b) kevalidan lembar kepraktisan produk oleh guru; serta (c) kevalidan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran.

Lembar kepraktisan difungsikan sebagai alat penilai kepraktisan saat produk diimplementasikan di kelas. Pengumpulan data kepraktisan dilakukan melalui pengamatan langsung menggunakan lembar kepraktisan produk yang direspons oleh guru sebagai pengguna praktis di kelas dan peserta didik. Selanjutnya, lembar keterlaksanaan pembelajaran dinilai oleh *observer* terhadap guru yang melaksanakan pembelajaran menggunakan program pembelajaran yang dikembangkan. Proses penilaian kevalidan, kepraktisan, dan keterlaksanaan pembelajaran dalam penelitian ini dikembangkan dengan mengadopsi format

Skala Likert. Lembar validasi produk menggunakan instrumen non-tes berskala lima tingkat, penskoran skala likert ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala Likert Pada Lembar Validitas Produk dan Instrumen

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat valid	5
Valid	4
Cukup valid	3
Kurang valid	2
Tidak valid	1

Lembar kepraktisan produk yang direspons oleh guru dan peserta didik sebagai pengguna praktis di kelas, serta lembar keterlaksanaan pembelajaran yang dinilai oleh pengamat (*observer*) menggunakan instrumen non-tes berskala empat tingkat. Penskoran Skala Likert yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala Likert Pada Lembar Kepraktisan

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

## 2. Instrumen Tes

Instrumen tes yang dikembangkan pada penelitian ini, yaitu instrumen tes yang digunakan sebelum dan sesudah penerapan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan program pembelajaran konvensional. Instrumen tes ini dikembangkan dalam bentuk tes objektif sebanyak 10 butir soal pilihan ganda (*multiple choice*). Proporsi butir soal didistribusikan secara berimbang sesuai dengan variabel yang diukur, yakni 5 butir soal dirancang secara spesifik untuk mengevaluasi indikator keterampilan proses sains dan 5 butir soal lainnya dikonstruksi untuk mengukur indikator kemampuan berpikir sistem (*system thinking*) peserta didik pada materi pokok siklus air.

### 3.6 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research & Development (R&D)* untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk tersebut (Waruwu, 2024). Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian pengembangan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning*, yaitu sebagai berikut.

#### 3.6.1 Data Validitas

##### 1. Validitas dan Reliabilitas Angket Analisis Kebutuhan Guru

Instrumen analisis kebutuhan berupa angket digunakan pada tahap studi pendahuluan untuk memetakan kondisi faktual pembelajaran IPAS pada materi siklus air serta kesiapan guru terhadap model *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*. Mengingat pentingnya data ini sebagai landasan pengembangan produk, angket diuji cobakan untuk mengukur validitas dan reliabilitasnya secara statistik. Uji validitas dilakukan untuk mengetahui ketepatan butir pernyataan dalam angket dalam menggali informasi yang dibutuhkan. Angket diuji dengan cara mengkorelasikan skor tiap butir pernyataan dengan skor total menggunakan rumus Korelasi *Product Moment (Pearson Correlation)*. Kriteria pengujian adalah dengan membandingkan nilai  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5%. Tabel kriteria kevalidan angket analisis kebutuhan guru berdasarkan perbandingan output  $r_{hitung}$  dengan  $r_{tabel}$  dapat dilihat pada Tabel 8 dan kriteria koefisien korelasi pada Tabel 9.

Tabel 8. Kriteria Kevalidan Angket Analisis Kebutuhan Guru

Persentase	Kriteria
$r_{xy} \geq r_{tabel}$	Valid
$r_{xy} < r_{tabel}$	Tidak valid

Tabel 9. Kriteria Koefisien Korelasi

Persentase	Kriteria
$0,800 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,600 < r_{xy} \leq 0,790$	Tinggi

Lanjutan Tabel 9.

Persentase	Kriteria
$0,400 < r_{xy} \leq 0,590$	Cukup
$0,200 < r_{xy} \leq 0,390$	Rendah
$0,000 < r_{xy} \leq 0,190$	Sangat rendah

Setelah butir pernyataan dinyatakan valid, dilakukan uji reliabilitas untuk mengukur konsistensi internal angket. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa angket tersebut akan menghasilkan data yang konsisten (*ajeg*) meskipun digunakan berulang kali untuk menggali permasalahan pada pembelajaran materi siklus air. Uji reliabilitas dihitung menggunakan rumus Alpha Cronbach, kemudian diklasifikasi dengan koefisien korelasi reliabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 9.

## 2. Validitas Produk dan Instrumen Non-Tes

Data validitas produk dan instrumen non-tes diperoleh dari hasil lembar penilaian berskala likert pada lembar validasi produk dan instrumen non-tes yang diisi oleh validator, lembar observasi kepraktisan dan keterlaksanaan. Hasil validitas kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase. Hasil presentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria skor penilaian kevalidan produk dan instrumen non-tes seperti pada Tabel 10.

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

Tabel 10. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

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

Berdasarkan Tabel 10, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori valid jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60,1% dengan kriteria validitas tinggi/baik.

### 3. Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes

Instrumen tes dikatakan valid apabila instrumen tes tersebut dapat mengukur apa yang hendak diukur. Uji validitas instrumen tes dilakukan untuk melihat apakah instrumen tes yang digunakan valid untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning*. Instrumen tes yang valid memiliki tingkat kevalidan yang tinggi, sedangkan instrumen yang tidak valid memiliki tingkat kevalidan yang rendah (Kerlinger, 2014). Hasil uji validitas dilakukan untuk membandingkan hasil output  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5% dengan derajat kebebasan, yaitu  $df = N - 2$ . Tabel kategori validitas instrumen tes berdasarkan perbandingan output  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  dapat dilihat pada Tabel 8.

Reliabilitas instrumen tes mengindikasikan bahwa pendekatan yang digunakan peneliti konsisten jika diterapkan oleh peneliti lain (Creswell, 2016). Penelitian ini menggunakan instrumen tes yang diuji cobakan satu kali di luar sampel penelitian untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik. Uji reliabilitas pada instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini dipercaya untuk diandalkan dalam penelitian. Setelah hasil reliabilitas tes diperoleh, kemudian diklasifikasi dengan koefisien korelasi reliabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 9.

#### 3.6.2 Data Kepraktisan

Data kepraktisan diperoleh dari uji kepraktisan produk yang diisi oleh guru dan peserta didik setelah mereka menggunakan produk program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* di kelas, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase menurut (Creswell, 2016). Selanjutnya, hasil presentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria skor penilaian kepraktisan produk seperti yang terlihat pada Tabel 11.

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

Tabel 11. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

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

Berdasarkan Tabel 11, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60,1% dengan kriteria kepraktisan tinggi.

### 3.6.4 Data Efektivitas

Data efektivitas diperoleh dari instrumen tes pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah penerapan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik pada topik siklus air dan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Perbedaan perlakuan pada kedua kelas adalah untuk meninjau ketercapaian keterampilan proses sains dan berpikir sistem 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 *N-Gain (Normalized Gain)*, uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *ANCOVA (Analysis of Covariance)*.

#### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan sebagai uji prasyarat dalam menentukan pemilihan analisis statistik lebih lanjut. Hasil uji normalitas pada penelitian ini menunjukkan persebaran data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal atau tidak normal. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$  : Data terdistribusi secara normal

$H_1$  : Data tidak terdistribusi secara normal

Dengan dasar pengambilan keputusan pada pengujian ini yaitu:

- a. Apabila nilai *Asymp. Sig.* atau signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima.
- b. Apabila nilai *Asymp. Sig.* atau signifikansi  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

Uji homogenitas bertujuan untuk membuktikan apakah dua kelompok sampel yang dibandingkan memiliki varians data yang sama (homogen) atau tidak pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji homogenitas ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan:

$S_1^2$  = varians terbesar

$S_2^2$  = varians terkecil

Pengujian homogenitas varians dihitung menggunakan statistik *Levene's Test for Equality of Variances* dengan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut.

- a. Jika nilai probabilitas signifikansi (*Sig.*)  $> 0,05$ , maka varians data antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dinyatakan homogen.
- b. Jika nilai probabilitas signifikansi (*Sig.*)  $< 0,05$ , maka varians data antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dinyatakan tidak homogen.

## 2. Uji *N-gain*

*Gain* atau selisih antara skor *posttest* dan *pretest* menunjukkan peningkatan penguasaan konsep peserta didik setelah dilakukan pembelajaran, sedangkan *N-gain* (*Normalize gain*) digunakan untuk meninjau stimulasi keterampilan proses sains dan berpikir sistem yang terjadi terkategori tinggi, sedang, atau rendah.

Hasil *N-gain* tersebut kemudian diinterpretasikan dengan kategori pada Tabel 12.

$$N - gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

Tabel 12. Kategori Nilai *N-gain*

<i>N-gain</i>	Kategori
$g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g > 0,7$	Tinggi

### 3. Uji *ANCOVA* (*Analysis of Covariance*)

*ANCOVA* atau analisis kovarian bertujuan untuk menghilangkan pengaruh satu atau lebih variabel luar (kovariat) yang dapat mempengaruhi variabel dependen sehingga memberikan taksiran pengaruh variabel independen yang lebih akurat. Uji ini dipilih untuk melihat pengaruh murni dari program pembelajaran yang dikembangkan dengan mengendalikan variabel lain seperti *pretest*. Kovariat ini berupa *pretest* atau kemampuan awal peserta didik yang bukan menjadi fokus penelitian namun mempengaruhi hasil penelitian secara statistik. Hipotesis yang digunakan dalam uji *ANCOVA* adalah sebagai berikut.

$H_0$  : program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* tidak efektif melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan program pembelajaran konvensional pada topik siklus air.

$H_1$  : program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* efektif melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan program pembelajaran konvensional pada topik siklus air.

Kriteria uji:

Nilai signifikansi  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak

Nilai signifikansi  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima

Selanjutnya, untuk menunjukkan besarnya efek penggunaan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* terhadap terlatihkannya keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air. Hasil uji dampak kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori *Partial Eta Square* menurut (Cohen *et al.*, 2007) pada Tabel 13.

Tabel 13. Kriteria Nilai *Partial Eta Square*

Nilai <i>Partial Eta Square</i>	Kategori
$0,01 < \eta_p^2 < 0,06$	Efek Kecil
$0,06 < \eta_p^2 < 0,14$	Efek Sedang
$\eta_p^2 \geq 0,14$	Efek Besar

Keterangan:

$\eta_p^2 = \text{Partial Eta Squared}$

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *Deep Learning* untuk melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air dinyatakan valid dengan rata-rata bobot persentase modul ajar sebesar 97%, sumber belajar berupa *handout* sebesar 95%, dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebesar 93% dengan kriteria sangat valid. Program pembelajaran yang dikembangkan tersusun atas komponen-komponen perangkat pembelajaran menjadikan guru lebih terarah dalam melaksanakan pembelajaran pada topik siklus air. Selain itu, bahan ajar berupa *handout* dan LKPD yang dikembangkan secara kelayakan isi dan bahasa memenuhi kriteria bahan ajar yang baik, yaitu akurat dalam menyajikan materi pembelajaran yang sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran.
2. Kepraktisan program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* yang diperoleh dari respon guru dan peserta didik terkategori sangat praktis dengan rata-rata bobot persebtasi sebesar 95% dan 88% sehingga program pembelajaran dapat digunakan pada pembelajaran IPAS sekolah dasar dengan topik siklus air.
3. Efektivitas program pembelajaran berbasis *PBL-STEM* terintegrasi *deep learning* terhadap peningkatan keterampilan proses sains terkategori efek besar dan kemampuan berpikir sistem tekategori efek sedang berdasarkan hasil uji *ANCOVA*, sehingga program pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan dapat melatih keterampilan proses sains dan berpikir sistem peserta didik pada topik siklus air.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut.

### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini menghasilkan program pembelajaran berbasis PBL-STEM terintegrasi *deep learning*, peneliti menyarankan untuk melakukan kajian teoritis lebih lanjut mengenai fleksibilitas sintaks atau alur program ini apabila diadaptasi secara konseptual pada materi, jenjang pendidikan, atau disiplin ilmu yang berbeda.

### 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti, disarankan untuk terus mengevaluasi dan melakukan pembaruan/penyempurnaan terhadap program pembelajaran yang dibuat, agar selalu relevan dengan dinamika perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- b. Bagi pendidik, disarankan untuk mengimplementasikan dan memanfaatkan program pembelajaran berbasis PBL-STEM terintegrasi *Deep Learning* ini sebagai alternatif inovatif dalam kegiatan belajar mengajar, khususnya pada materi Siklus Air.
- c. Bagi peserta didik, disarankan untuk tidak hanya menerapkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir sistem secara nyata untuk menganalisis dan memecahkan berbagai permasalahan lingkungan di kehidupan sehari-hari.
- d. Bagi peneliti selanjutnya, dapat menjadikan penelitian ini sebagai rujukan untuk mengembangkan program pembelajaran PBL-STEM terintegrasi *Deep Learning* pada topik atau mata pelajaran lain di luar materi siklus air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ab, D. (2024). Pembelajaran STEM untuk Menstimulus Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada Materi Sistem Pencernaan Makanan. *Jurnal Inovasi Guru Indonesia*, 1(1), 7–12. <https://doi.org/10.63202/jigi.v1i1.24>
- Abdurrahman. (2019). Developing STEM Learning Makerspace for Fostering Student's 21st Century Skills in The Fourth Industrial Revolution Era. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012002>
- 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>
- Adiwiguna, P. S., Dantes, N., & Gunamantha, I. M. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berorientasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Kelas V SD di Gugus I Gusti Ketut Pudja. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 3(2), 94–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jpdi.v3i2.2871>
- Afiani, A., Aryanto, S., & Gumala, Y. (2022). Implementation of Contextual Learning Models to Improve Poetry Writing Skills Based on Ecoliteracy at Elementary School. *International Journal of Education, Language, and Religion*, 4(2), 68–78. <https://doi.org/10.35308/ijelr.v4i2.5624>
- Aflisia, N., Hendrianto, H., Nasir, N. F., & Haryanti, E. (2021). Critical Theory and Constructivism in the Perspective of Islamic Epistemology. *NALAR: Jurnal Peradaban Dan Pemikiran Islam*, 5(2), 109–120. <https://doi.org/10.23971/njppi.v5i2.3010>
- Aisyah, S., & Hanafi, H. (2022). Meta Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) Problem Based Learning terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(4), 2634–2641. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i4.3889>

- Akmal, A. N., Maelasari, N., & Lusiana, L. (2025). Pemahaman Deep Learning dalam Pendidikan: Analisis Literatur melalui Metode Systematic Literature Review (SLR). *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3), 3229–3236. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7442>
- Aktamis, H., & Ergin, Ö. (2008). The Effect of Scientific Process Skills Education on Students' Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1–21.
- Alda, A., Sundahry, S., & Agrita, T. W. (2025). Project-Based Learning Improves Process and Outcomes of Grade V Science Learning. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 26(4), 1–14. <https://doi.org/10.21070/ijins.v26i4.1644>
- Amelia, L. (2023). Pemanfaatan Strategi Joyfull Leraning dalam Pembelajaran Bahasa Inggris. *Al-Ihda' : Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran*, 18(2), 1060–1069. <https://doi.org/10.55558/alihda.v18i2.91>
- Anggraini, N. (2021). Peranan Orang Tua dalam Perkembangan Bahasa Anak Usia Dini. *Metafora: Jurnal Pembelajaran Bahasa Dan Sastra*, 7(1), 43–54. <https://doi.org/10.30595/mtf.v7i1.9741>
- Anisa, T., Herlina, K., & Viyanti, V. (2024). Practicality and Effectiveness of Activity-based Worksheets with the ExPRession Learning Model to Train Hands-on Activities on Newton's Law. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(2), 255–265. <https://doi.org/10.20527/jipf.v8i2.11704>
- Anjelita, K., & Supriyanto, A. (2024). Teori Belajar Konstruktivistik dan Implikasinya di Sekolah Dasar. *Jurnal Citra Pendidikan Anak*, 3(1), 916–922. <https://doi.org/10.38048/jcpa.v3i1.2822>
- Annizar, A. M., Mauluda, M. A., Khairunnisa, G. F., & Hijriani, L. (2020). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Pada Topik Geometri. *Jurnal Elemen*, 6(1), 39–55. <https://doi.org/10.29408/jel.v6i1.1688>
- Antrakusuma, B., Masykuri, M., & Ulfa, M. (2017). Analysis Science Process Skills Content in Chemistry Textbooks Grade XI at Solubility and Solubility Product Concept. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 2(1), 72–78. <https://doi.org/10.20961/ijscs.v2i1.16682>
- Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. (2020). The Impact of the use of STEM Education Approach on the Blended Learning to Improve Student's Critical Thinking Skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3B), 24–32. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081503>

- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach*. New York: Mc Graw Hill.
- Aris, N. F., Samsudin, M. A., & Ishak, N. A. (2021). Increasing Students' Scientific Creativity: STEM Integration Learning Intervention in the Context of Forensic Science. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 46(1), 11–21. <https://doi.org/10.17576/jpen-2021-46.01si-02>
- Ariyani, N. K. A., & Ganing, N. N. (2021). Media Power Point Berbasis Pendekatan Kontekstual pada Materi Siklus Air Muatan IPA Sekolah Dasar. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 263–271. <https://doi.org/10.23887/jipp.v5i2.33684>
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2017). A Complete Set of Systems Thinking Skills. *INCOSE International Symposium*, 27(1), 1355–1370. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2017.00433.x>
- Artobatama, I., Hamdu, G., & Giyartini, R. (2020). Analisis Desain Pembelajaran STEM berdasarkan Kemampuan 4C di SD. *Indonesian Journal of Primary Education*, 4(1), 76–86.
- Artun, H., Durukan, A., & Temur, A. (2020). Effects of Virtual Reality Enriched Science Laboratory Activities on Pre-Service Science Teachers' Science Process Skills. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5477–5498. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10220-5>
- Aryani, D., Mayadi, S., & Endriana, N. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Matematika. *JSN : Jurnal Sains Natural*, 1(3), 70–75. <https://doi.org/10.35746/jsn.v1i3.388>
- Ashidiq, R. M., Winarno, N., Cahya Prima, E., Widodo, A., & Chang, C.-Y. (2024). Investigating the Impact of STEM Learning on Students' Critical Thinking Skills through Hand-Made Projector Activity. *J.Sci.Learn.2024*, 7(2), 187–203. <https://doi.org/10.17509/jssl.v7i2.61549>
- Asrizal, Usmeldi, & Azriyanti, R. (2023). Meta-Analysis of the Influence of the STEM-Integrated Learning Model on Science Learning on 21st Century Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 339–347. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.3094>
- Astimar, N., Helsa, Y., & Kenedi, A. K. (2019). The Review of Utilization in Natural Environment by The Teacher as A Source for Learning Science at Elementary School in Low Class. *Journal of Physics: Conference Series*, 1424(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1424/1/012036>

- Auni, A., & Rahaju, E. B. (2024). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa dalam Menyelesaikan Soal Ill-Structured Problem Ditinjau dari Kemampuan Matematika pada Materi Aritmatika Sosial. *MATHEdunesa*, 13(2), 468–498. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v13n2.p468-498>
- Ayu, E. S., & Prastyo, Y. D. (2023). Exploring Students' Motivation in Learning English at English Laboratory of UBL. *Journal: English Language Education and Current Trends*, 2(1), 23–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.37301/elect.v2i1.74>
- Azzahra, M., Pramudiyanti, P., Rohman, F., & Nurwahidin, M. (2023). Education for Sustainable Development (ESD): Analysis of System Thinking Competencies of Primary School Learners. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 4(6), 689–699. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i6.403>
- Bal, M., & Öztürk, E. (2025). The Potential of Deep Learning in Improving K-12 Students' Writing Skills: A Systematic Review. *British Educational Research Journal*, 51(3), 1295–1312. <https://doi.org/10.1002/berj.4120>
- Bariyyah, K. (2021). Problem Solving Skills: Essential Skills Challenges for The 21st Century Graduates. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 7(1), 71–80. <https://doi.org/10.29210/120212843>
- Batdi, V., Talan, T., & Semerci, C. (2019). Meta-Analytic and Meta-Thematic Analysis of STEM Education. *International Journal of Education in Mathematics*, 7(4), 382–399. [www.ijemst.com](http://www.ijemst.com)
- Bowe, B., & Cowan, J. (2004). *A Comparative Evaluation of Problem Based Learning in Physics: A Lecture Based Course and A Problem Based Course*. Berkshire: McGrawHill Education.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2016). Manipulating Models and Grasping the Ideas They Represent. *Science & Education*, 25(1–2), 47–93. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9802-6>
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2021). Imagery and Explanation in The Dynamics of Recall of Intuitive and Scientific Knowledge: Insights from Research on Children's Cosmologies. *Research in Science Education*, 51(6), 1593–1627. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09898-6>
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2024). Ausubel's Meaningful Learning Re-Visited. *Current Psychology*, 43(5), 4579–4598. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04440-4>

- Burman, J. T. (2021). The Genetic Epistemology of Jean Piaget. In *Oxford Research Encyclopedia of Psychology* (pp. 1–56). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.521>
- Cahyadi, F., & Muttaqin, M. F. (2025). Implementation Of Aristotic Character Education In Elementary School Learning Constructivism. *International Journal of Research in Education*, 5(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.26877/ijre.v5i1.703>
- Chaerunisa, F., Pebriyana, L., Agustin, S. P., & Yantoro, Y. (2023). Pengelola Kurikulum dan Sarana Prasarana sebagai Penunjang Keberhasilan Pembelajaran Siswa Sekolah Dasar. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(2), 774–781. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i2.1632>
- Chandra, L. D., Pargito, P., Yulianti, D., & Maulina, D. (2024). Development of Animation Learning Media Based on PBL to Improve Thematic Learning Outcomes Students. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 5(3), 702–714. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i3.600>
- Chen, R. (2024). Exploring the Effectiveness of Problem-Based Learning as a Constructivist Approach in Enhancing Critical Thinking Skills in High School Classes. *Research and Advances in Education*, 3(4), 26–32.  
<https://doi.org/10.56397/rae.2024.04.05>
- Chen, Y., & Techawitthayachinda, R. (2021). Developing Deep Learning in Science Classrooms: Tactics to Manage Epistemic Uncertainty During Whole-Class Discussion. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(8), 1083–1116. <https://doi.org/10.1002/tea.21693>
- Chi, M., & Glaser, R. (2021). Problem Solving Ability. In *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science* (pp. 6292–6292). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-19650-3\\_304045](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19650-3_304045)
- Choden, T., & Kijkuakul, S. (2020). Blending Problem Based Learning with Scientific Argumentation to Enhance Students' Understanding of Basic Genetics. *International Journal of Instruction*, 13(1), 445–462.  
<https://doi.org/10.29333/iji.2020.13129a>
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Rosenberg Daneri, D. (2017). Teaching Systems Thinking to 4th and 5th Graders using Environmental Dashboard Display Technology. *PLOS ONE*, 12(4), 1–11.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322>

- Cohen, L., Lawrence M., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education. In Ecology, Environment and Conservation* (Sixth Edit). 270 Madison Avenue, New York: Routledge.
- Collins, A. (2020). *Deeper Learning, Dialogic Learning, and Critical Thinking: Research-based Strategies for the Classroom*. New York: Routledge.
- Cook, D. A., & Artino, A. R. (2016). Motivation to Learn: an Overview of Contemporary Theories. *Medical Education*, 50(10), 997–1014.  
<https://doi.org/10.1111/medu.13074>
- Cresswell, C., & Speelman, C. P. (2020). Does Mathematics Training Lead to Better Logical Thinking and Reasoning? A Cross-Sectional Assessment from Students to Professors. *PLOS ONE*, 15(7), e0236153.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236153>
- Creswell, J. (2016). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Sixth Edition). Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Dariansyah, J., Sumianto, S., Alim, M. L., Fauziddin, M., & Hardi, V. A. (2023). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(4), 939–946.  
<https://doi.org/10.37630/jpm.v13i4.1238>
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., Parasdila, H., & Irdianti, I. (2018). Deskripsi Keterampilan Proses Sains Mahasiswa pada Materi Termodinamika. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 345–353.  
<https://doi.org/10.20527/bipf.v6i3.5290>
- Daulay, K. R., & Ruhaimah, I. (2019). Polya Theory to Improve Problem-Solving Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1), 1–7.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012070>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2012). Motivation, Personality, and Development Within Embedded Social Contexts: An Overview of Self-Determination Theory. In *The Oxford Handbook of Human Motivation* (pp. 85–108). Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195399820.013.0006>
- Dewi, L., & Fauziati, E. (2021). Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar dalam Pandangan Teori Konstruktivisme Vygotsky. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 163–174.  
<https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikandasar.v3i2.1207>
- DiFrancesca, D. (2015). The Impact of Writing Prompts on Learning During Ill-Structured Problem Solving. In *Dissertation Abstracts International Section*

*A: Humanities and Social Sciences*. Raleigh, North Carolina: North Carolina State University.

- Djulia, E., Restuati, M., Sihotang, R., Sianturi, R. L. P., Hutagaol, M. M., & Syabrina, J. (2022). Junior High School Student's Literacy of Science Concept: Electricity & Heredity. *Journal of Education, Teaching and Social Studies*, 4(1), 63–77. <https://doi.org/10.22158/jetss.v4n1p63>
- Dostál, J. (2015). Theory of Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2798–2805. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.970>
- Duncan, C., Kim, M., Baek, S., Wu, K. Y. Y., & Sankey, D. (2022). The Limits of Motivation Theory in Education and The Dynamics of Value-Embedded Learning (VEL). *Educational Philosophy and Theory*, 54(5), 618–629. <https://doi.org/10.1080/00131857.2021.1897575>
- Effendi, Q., Listiawati, M., & Yusup, I. R. (2023). Keterampilan Berpikir Sistem Menggunakan Model Discovery Learning pada Materi Sistem Gerak Manusia. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, Dan Teknologi Kesehatan*, 2(2), 11–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.572349/biedutech.v2i2.1363>
- Elbashbishy, M. (2024). Deep Learning in Education. *Sustainability Education Globe*, 2(1), 15–21. <https://doi.org/10.21608/seg.2024.269380.1000>
- Farasi, A. A., Laoli, J. D., Mendrofa, M. J. K., Mendrofa, M., Mendrofa, M. P. D., Mendrofa, M. O., Telaumbanua, M. K., Dohona, S., & Harefa, E. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project-Based Learning dan Gaya Belajar terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmu Pendidikan Sekolah Dasar*, 11(3), 299–311. <https://doi.org/10.19184/jipsd.v11i3.50847>
- Farwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suhery, T. (2017). Integrasi Problem Based Learning dalam STEM Education Berorientasi pada Aktualisasi Literasi Lingkungan dan Kreativitas. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 198–206.
- Febriyanti, D., & Maryani, I. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis STEM pada Materi IPA Tema 7 Subtema 1 Kelas V Sekolah Dasar. *FUNDADIKDAS*, 3(2), 162–180. <https://doi.org/https://doi.org/10.12928/fundadikdas.v3i2.2684>
- Feriyanto, F., & Anjariyah, D. (2024). Deep Learning Approach Through Meaningful, Mindful, and Joyful Learning: A Library Research. *Electronic*

*Journal of Education, Social Economics and Technology*, 5(2), 208–212.  
<https://doi.org/10.33122/ejeset.v5i2.321>

- Fitriani, Y., M. Kurnianti, E., & Hasanah, U. (2023). Analisis Model Pembelajaran Terpadu Tipe Connected pada Pembelajaran IPA terhadap Literasi Lingkungan Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Genta Mulia*, 14(2), 128–143. <https://doi.org/10.61290/gm.v14i2.427>
- Hafizah, E., & Nurhaliza, S. (2021). Implementasi Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.20527/quantum.v12i1.9497>
- Handayani, F., Sylvia Dewi, P., & Lampung, U. (2024). Pengembangan LKPD untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Sekolah Dasar. *LENTERA: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 17(1), 97–104. <https://doi.org/10.52217/lentera.v17i1.1440>
- Hardiyanti, D. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(4), 3135–3143. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i4.5998>
- Haryanti, S. S., Herlina, K., & Abdurrahman, A. (2023). The Learning Program Validity of Using The ExpREssion Model to Stimulate Students' Systems Thinking and Numeracy Skills. *Momentum: Physics Education Journal*, 7(1), 164–177. <https://doi.org/10.21067/mpej.v7i1.8096>
- Herlina, K. (2020). *Model Pembelajaran ExpREssion untuk Membangun Model Mental dan Kemampuan Problem Solving*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hidayati, A., Bentri, A., & Arina, N. (2023). Improving Science Learning Competence Through Advance Organizer Model Innovation Based on Authentic and Real Worlds Activities for Elementary School Student. *Journal of Physics: Conference Series*, 2582(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2582/1/012049>
- Hong, J. Y., & Kim, M. K. (2016). Mathematical Abstraction in The Solving of Ill-structured Problems by Elementary School Students in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(2), 267–281. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1204a>
- Hung, W., Dolmans, D. H. J. M., & van Merriënboer, J. J. G. (2019). A Review to Identify Key Perspectives in PBL Meta-Analyses and Reviews: Trends, Gaps and Future Research Directions. *Advances in Health Sciences Education*, 24(5), 943–957. <https://doi.org/10.1007/s10459-019-09945-x>

- Husnidar, H., & Hayati, R. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa. *Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 2(2), 67–72. <https://doi.org/10.51179/asimetris.v2i2.811>
- Iskandar, S., Rosmana, P. S., Laksita, E. C., Sari, T. F. P., & Laila, W. N. (2024). Implementation of Integrated Learning to Enhance Elementary School Students' Creativity. *Journal of Pedagogi*, 1(3), 14–19. <https://doi.org/10.62872/jkvpqp43>
- Istiana, D., . F., & . H. (2024). Development of Stem-Loaded Teaching Modules with PBL Learning Model to Improve Critical Thinking Skills of Elementary School Students. *International Journal of Research and Review*, 11(11), 370–378. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20241134>
- Jang, H. (2016). Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284–301. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Johansen, J. (1997). Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02299613>
- Juniati, G. A. P. E., Putrayasa, I. B., & Margunayasa, I. G. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Digital Berorientasi Wana Kerthi Loka Bali pada Pembelajaran IPAS Kelas IV Sekolah Dasar. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(1), 94–106. [https://doi.org/10.23887/jurnal\\_pendas.v7i1.2018](https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v7i1.2018)
- Kamelia, M., Ahmad, A., & Novitasari, Y. (2018). Pengaruh Strategi Joyful Learning Dengan Teknik Mind Map terhadap Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 6 Bandar Lampung. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 8(2), 132–157. <https://doi.org/10.24042/biosf.v8i2.2303>
- Kemendikdasmen. (2025). *Pembelajaran Mendalam: Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua*. Kemendikdasmen RI.
- Kerlinger, F. (2014). *Asas-Asas Penelitian Behavioral* (Edisi Ketiga). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Khotimah, R. P., Adnan, M., Ahmad, C. N. C., & Murtiyasa, B. (2021). Science, Mathematics, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in Indonesia: a Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012028>

- Kilgour, P. W., Fitzsimmons, P., Kilgour, T., & Merriman, J. (2017). STEM Down the Track: Two Christian Schools' Further Experiences. *TEACH Journal of Christian Education*, 11(1). <https://doi.org/10.55254/1835-1492.1347>
- Lasmawan, I. W., & Budiarta, I. W. (2020). Vygotsky's Zone Of Proximal Development and The Students' Progress in Learning (A Heutagogical Bibliographical Review). *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(4), 545–552. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i4.29915>
- Lestari, L. D. (2020). Pentingnya Mendidik Problem Solving pada Anak Melalui Bermain. *Jurnal Pendidikan Anak*, 9(2), 100–108. <https://doi.org/10.21831/jpa.v9i2.32034>
- Li, R., Bunk, J., & Smidt, E. (2018). Understanding Faculty and Student Attitudes About Distance Education. *Teacher Training and Professional Development*, 4, 2057–2081. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5631-2.ch098>
- Li, X., Yu, H., & Guo, J. (2023). The Role of Deep Learning Voice Recognition in Assisting Students with Hearing Impairments in Education. *Journal of Engineering System*, 1(4), 62–66. <https://doi.org/10.62517/jes.202302412>
- Listiyana, A., Bima, M. Z. A., Khusna, N., Dewi, P. W. C., Putri, S. R., Yuniarti, Y., & Sukardi, R. R. (2023). Implementasi Strategi Pembelajaran Berorientasi STEM terhadap Kemampuan Literasi Sains pada Siswa SD. *Teaching, Learning and Development*, 1(2), 113–122. <https://doi.org/10.62672/telad.v1i2.14>
- Magdalena, I., Ismawati, A., & Amelia, S. A. (2021). Penggunaan Evaluasi Non-Tes dan Kesulitannya di SDN Gempol Sari. *PENSA : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 187–199. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa>
- Mahjatia, N., Susilowati, E., & Miriam, S. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 139–150. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2055>
- Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and Validation of Climate Change System Thinking Instrument (CCSTI) for Measuring System Thinking on Climate Change Content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012046>
- Milbourne, J., & Wiebe, E. (2018). The Role of Content Knowledge in Ill-Structured Problem Solving for High School Physics Students. *Research in*

*Science Education*, 48(1), 165–179. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9564-4>

Miller, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting Deep Learning Through Project-Based Learning: A Design Problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>

Misaki, D., Ge, X., & Odaka, T. (2020). Toward Interdisciplinary Teamwork in Japan: Developing Team-based Learning Experience and Its Assessment. *2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--33959>

Miswar, M. (2017). Teori Pembelajaran CBSAK sebagai Sebuah Teori Alternatif. *Jurnal Basicedu*, 1(2), 32–41. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v1i2.162>

Mujahidin, E. (2019). Model Pembelajaran Pengembangan Kemampuan Penulisan Karya Ilmiah Bagi Mahasiswa. 8(2), 326–336. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32832/tadibuna.v8i2.2644>

Muthi'ik, I., Abdurrahman, & Rosidin, U. (2018). The Effectiveness of Applying STEM Approach to Self-Efficacy and Student Learning Outcomes for Teaching Newton's Law. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(1), 11–18. <https://doi.org/10.21009/1.04102>

Nasirun, M., Suprapti, A., & Indrawati, I. (2021). Pelatihan Penyusunan Program Pembelajaran Model Pembelajaran Abad 21 di TK Dharma Wanita Provinsi Bengkulu. *Jurnal ABDI PAUD*, 2(2), 12–23. <https://doi.org/10.33369/abdipaud.v2i2.19559>

Ningsih, S. I. P. (2020). Penerapan Model Pembelajaran PBL Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Peserta Didik di Kelas XII IPA 5 SMAN 7 Padang. *Pillar of Physics Education*, 13(3), 443–450.

Ningtyas, R. D., Sari, M. P., Yanto, F., & Lestari, T. (2024). The Effect of STEM Integrated Problem-Based Learning Model (PBL) on Students' Learning Outcomes on Human Respiratory and Excretion System. *ISER (Indonesian Science Education Research)*, 6(1), 32–41. <https://doi.org/10.24114/iser.v6i1.62188>

Nisya, I. K., & Farhana, H. (2024). Analisis Bahan Ajar Keberagaman Suku Bangsa Budaya dalam Membentuk Karakter Toleransi di Sekolah Dasar. *Educational Journal of Bhayangkara*, 4(1), 10–18. <https://doi.org/10.31599/rw3cw991>

- Nur, A., Waluya, S., Kartono, K., & Rochmad, R. (2021). Ethnomathematics Perspective and Challenge as a Tool of Mathematical Contextual Learning for Indigenous People. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.12928/ijeme.v5i1.17072>
- Nur, Z., & Ain, S. Q. (2024). Hubungan Penggunaan Multimedia terhadap Minat Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPA Kelas VA SD Negeri 37 Pekanbaru. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 8(3), 96–102. <https://doi.org/10.30651/else.v8i3.24461>
- 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>
- Nurtriana, I., Tri, E., Maharani, W., & Yuliyanto, E. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based learning (PjBL) terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik kelas V Sekolah Dasar pada Materi. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 5(9), 783–797. <https://doi.org/https://doi.org/10.59141/japendi.v5i9.4302>
- OECD. (2022). *Education at a Glance 2022: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3197152b-en>
- OECD. (2023a). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD. (2023b). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- Pandi, M. P. M., Wangid, M. N., & Afianti, D. (2025). Penerapan Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 1060–1067. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.9165>
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *UPEJ: Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 53–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/upej.v6i3.19270>
- Patras, Y. E., Yolanita, C., Wildan, D. A., & Fajrudin, L. (2024). Pembelajaran Berbasis STEM di Sekolah Dasar guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Rangka Menyongsong Pencapaian Kompetensi Siswa Abad 21.

*Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(2), 857–867.  
<https://doi.org/10.20961/jkc.v12i2.87662>

- Peretz, R., Tal, M., Akiri, E., Dori, D., & Dori, Y. J. (2023). Fostering Engineering and Science Students' and Teachers' Systems Thinking and Conceptual Modeling Skills. In *Instructional Science* (Vol. 51, Number 3). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09625-9>
- Ping, I. L. L., Halim, L., & Osman, K. (2020). Explicit Teaching of Scientific Argumentation as An Approach in Developing Argumentation Skills, Science Process Skills and Biology Understanding. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 276–288. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.276>
- Prabawani, B., Hadi, S. P., Zen, I. S., Hapsari, N. R., & Ainuddin, I. (2022). Systems Thinking and Leadership of Teachers in Education for Sustainable Development: A Scale Development. *Sustainability*, 14(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su14063151>
- Purwati, I., Markhamah, M., & Utama, S. (2022). Pembelajaran Tematik Berorientasi STEM untuk Menumbuhkan Kemandirian Siswa Sekolah Dasar. *Tunas: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 7(2), 84–91. <https://doi.org/10.33084/tunas.v7i2.3686>
- Putra, A. D., Yulianti, D., & Fitriawan, H. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Flipbook Digital untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran pada Siswa Sekolah Dasar. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(4), 2173–2177. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i4.1748>
- Putri, N. A., & Wulandari, R. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Joyfull Learning terhadap Kemampuan Numerasi Materi Pecahan Siswa Kelas III SDN Banyuajuh 3. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(2), 3031–5220. <https://doi.org/10.62281/v2i2.188>
- Putri, N. P. A., Sudarma, I. K., & Astawan, I. G. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Video Pembelajaran terhadap Nalar Kritis dan Literasi Sains Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *EDUKATIF : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(4), 3698–3710. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i4.7336>
- Rachmat, N., Agutina, T. W., & Mas'ud, A. (2023). Improvement of System Thinking Skills on Excretory System Subject. *Report of Biological Education*, 4(1), 24–31. <https://doi.org/10.37150/rebion.v4i1.2043>
- Rahayu, P., Marja, & Winarsih, M. (2025). Metode Pembelajaran Learning by Doing pada Pembelajaran Seni Musik (Studi Deskriptif pada Pembelajaran Seni Musik Kelas VI SLB-A Pembina Tingkat Nasional). *Misterius :*

*Publikasi Ilmu Seni Dan Desain Komunikasi Visual*, 2(2), 146–157.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.62383/misterius.v2i2.743>

Rahma, B. A., & Hidayah, H. (2022). Penerapan Pembelajaran Menyenangkan (Joyful Learning) melalui Metode Pembelajaran Loose Part pada Anak Usia Dini. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 5(1), 188–192.  
<http://pps.unnes.ac.id/pps2/prodi/prosiding-pascasarjana-unnes>

Reed, S. K. (2016). The Structure of Ill-Structured (and Well-Structured) Problems Revisited. *Educational Psychology Review*, 28(4), 691–716.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9343-1>

Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-Based Learning as a Catalyst for 21st-Century Skills and Student Engagement in The Math Classroom. *Heliyon*, 10(23), 1–17.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988>

Relmasira, S. C. (2025). Penggunaan Learning Experience Network Analysis (LENA) dalam Evaluasi Pembelajaran Mendalam: Studi Kasus Pengembangan Literasi AI Siswa Sekolah Dasar di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 5(01), 125–131.  
<https://doi.org/10.47709/jpsk.v5i01.5528>

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research* (L. Akers & A. Messina, Eds.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Ritonga, T., & Sumarni, S. (2024). The Accommodation of Goals, Beliefs and Values of Constructivism in The Technology-Base English Learning and Teaching. *VISION*, 20(2), 105–114. <https://doi.org/10.30829/vis.v20i2.3832>

Rosana, S., & Jumini, S. (2022). Penggunaan Model PBL Berpendekatan STEM dalam Pembelajaran IPA Fisika terhadap Kreativitas Peserta Didik. *KAPPA Journal*, 6(2), 373–382.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.29408/kpj.v6i2.6852>

Ross, M., Perkins, H., & Bodey, K. (2016). Academic Motivation and Information Literacy Self-Efficacy: The Importance of a Simple Desire to Know. *Library and Information Science Research*, 38(1), 2–9.  
<https://doi.org/10.1016/j.lisr.2016.01.002>

Rossi, I. V., de Lima, J. D., Sabatke, B., Nunes, M. A. F., Ramirez, G. E., & Ramirez, M. I. (2021). Active Learning Tools Improve The Learning Outcomes, Scientific Attitude, and Critical Thinking in Higher Education: Experiences in an Online Course During The COVID-19 Pandemic.

*Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(6), 888–903.  
<https://doi.org/10.1002/bmb.21574>

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and Extrinsic Motivation from a Self-Determination Theory Perspective: Definitions, Theory, Practices, and Future Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 1–11.  
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>

Safitri, L. M., Abdurrahman, A., & Dewi, P. S. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran IPAS Interaktif Berbasis STEM-PBL Berbantuan Articulate Storyline 3 Materi Energi untuk Meningkatkan Kemampuan System Thinking Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(4), 1874–1894. <https://doi.org/10.59141/japendi.v6i4.7447>

Sagita, E., Amalia, V., & Dwishiera C.A., N. (2023). Studi Literatur: Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(2), 1–14.  
<https://doi.org/10.47134/pgsd.v1i2.242>

Salam, M. (2022). Kemampuan Representasi Matematis dalam Menyelesaikan Masalah Tak Terstruktur (Ill-Structured Problem). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1678–1689.  
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5352>

Senda, A., Ismail, & Jumadi, O. (2022). Uji Kepraktisan Perangkat Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM Menjadi Peneliti Dan Pendidik Penggerak Bidang Biologi Di Era Merdeka Belajar*, 41–47.

Setiawan, B., Innatesari, D. K., Sabtiawan, W. B., & Sudarmin, S. (2017). The Development of Local Wisdom-Based Natural Science Module to Improve Science Literation of Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 49–54. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9595>

Setiawati, P., Mersina Mursidik, E., & Sujianti, R. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Sekolah Dasar Kabupaten Madiun. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 3(12), 5586–5594.  
<https://doi.org/10.59188/jcs.v3i12.2911>

Shofiyah, N., & Wulandari, F. E. (2018). Model Problem Based Learning (PBL) dalam Melatih Scientific Reasoning Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 33–38. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v3n1.p33-38>

- Sholihah, N. A., Sarwanto, & Aminah, N. S. (2020). Analysis of Science Process Skill in High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 1–4. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032081>
- Silaban, S. (2021). *Pengembangan Program Pengajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Simon, H. A. (1973). The Structure of Ill Structured Problems. *Artificial Intelligence*, 4(3–4), 181–201. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(73\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0004-3702(73)90011-8)
- Singh, S., & Yaduvanshi, S. (2015). Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1–5. <https://doi.org/https://www.ijsrp.org/research-paper-0315.php?rp=P393806>
- Sinnott, J. D. (1989). A Model for Solution of Ill-Structured Problems: Implications for Everyday and Abstract Problem Solving. *Praeger Publishers.*, 1(2), 72–99.
- Siska, & Maarif, S. (2023). The Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)-based Problem-Based Learning (PBL) Learning Model on the Numeracy Skills. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 11(2), 209–215. <https://doi.org/10.23887/jjpsgd.v11i2.64836>
- Suci, Y. T. (2018). Menelaah Teori Vygotsky dan Interpedensi Sosial Ssebagai Landasan Teori dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kooperatif di Sekolah Dasar. *Naturalistic: Jurnal Kajian Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), 231–239. <https://doi.org/https://doi.org/10.35568/naturalistic.v3i1.269>
- Sufiani, S., & Marzuki, M. (2021). Joyful Learning: Strategi Alternatif Menuju Pembelajaran Menyenangkan. *Zawiyah: Jurnal Pemikiran Islam*, 7(1), 121–141. <https://doi.org/10.31332/zjpi.v7i1.2892>
- Sujarwanto, E. (2023). Prinsip Pendidikan STEM dalam Pembelajaran Sains. *BRILIANT: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 8(2), 408–414. <https://doi.org/10.28926/briliant.v8i2>
- Suryawan, A., Indah, J., Malikatusyarifah, M., & Ikrom, F. D. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Indonesia Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *MESIR: Journal of Management Education Social Sciences Information and Religion*, 1(2), 257–264. <https://doi.org/10.57235/mesir.v1i2.2915>

- Suwandi, Putri, R., & Sulastri. (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>
- Syahrial, Yelia, Bunga Ayu Wulandari, Yanto, Ridha, A., & Suprayogi, D. (2025). Peningkatan Literasi Bermakna melalui Pendekatan Pembelajaran Mendalam bagi Guru SMP 65 Muaro Jambi. *Jiptek : Jurnal Pengabdian Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 3(1), 18–22. <https://doi.org/10.62527/jiptek.3.1.28>
- Tamalene, A. S., & Jusuf, R. (2024). Dampak Model Pembelajaran Discovery Learning terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Sekolah Dasar. *Collase: Creative of Learning Students Elementary Education*, 22(1), 803–809. <https://doi.org/10.33387/j.edu.v21i2.xxxx>
- Taufik, L. M., & Rinto, R. (2018). Efektivitas Strategi Pembelajaran Scaffolding terhadap Peningkatan Academic Self-Efficacy dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Mahasiswa PGSD. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 1(2). <https://doi.org/10.31949/jee.v1i2.1129>
- Torlakson, T., & Bonilla, S. (2014). *Innovate A Blueprint for STEM Education - Science (CA Dept of Education)*. California: Californians Dedicated to Education Foundation. <http://www.cde.ca.gov/RE/pn/rc/>
- Trisnawati, E., & Ardani, A. (2024). Analisis Bibliometrik: Tren Penelitian Project Based Learning pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar Tahun 2020-2022. *PUSAKA: Journal of Educational Review*, 2(1), 49–60. <https://doi.org/10.56773/pjer.v2i1.56>
- Triwahyuni, H., Casnan, C., Gumelarsari, M., & Firmansyah, I. (2023). Meningkatkan Kemampuan Problem Solving melalui System Thinking dalam Proses Pembelajaran Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(6), 7707–7714. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i6.4062>
- Urhahne, D., & Wijnia, L. (2023). Theories of Motivation in Education: an Integrative Framework. *Educational Psychology Review*, 35(2), 1–35. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09767-9>
- Usher, E. L., & Schunk, D. H. (2017). Social Cognitive Theoretical Perspective of Self-Regulation. In *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (pp. 19–35). New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315697048-2>

- Wahyuni, F. T., & Tri Lestari, R. D. (2022). Eksperimen Model PBL Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Jiwa Wirausaha Siswa Kelas VII MTs NU Assalam Kudus. *Jurnal Pendidikan Indonesia : Teori, Penelitian, Dan Inovasi*, 2(3), 2807–3878.  
<https://doi.org/10.59818/jpi.v2i3.274>
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>
- Waseso, H. P., Sekarinasih, A., & Prasetyo, S. (2024). Implementasi Pembelajaran Sains dalam Kurikulum Merdeka: Membangun Kemandirian Berpikir Siswa Sekolah Dasar. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(4), 1001–1016. <https://doi.org/10.14421/njpi.2024.v4i4-8>
- Wicaksono, A. G. (2020). Penyelenggaraan Pembelajaran IPA Berbasis Pendekatan STEM dalam Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 54–62.  
<https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.98>
- Wulandari, T., & Nawangsari, N. A. F. (2024). Project-Based Learning in the Merdeka Curriculum in Terms of Primary School Students' Learning Outcomes. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(2), 31–42.  
<https://doi.org/10.62775/edukasia.v5i2.793>
- Yakubu, G., Ahmed, A. A., & Iyasco, M. D. (2025). The Impact of Constructivist Learning Theories on Curriculum Design. *International Journal of African Sustainable Development Research*, 7(2), 135–152.  
<https://doi.org/10.70382/tijasdr.v07i2.024>
- Yanti, I. Z. (2023). Literature Study: The Influence of The Problem Based Learning (PBL) Model on Improving The Learning Outcomes of Dadar School Students in Science Learning. *Scholastica Journal*, 6(1), 22–33.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.31851/scholastica.v6i2.13919>
- Yiyi, W., & Mingming, S. (2018). Study on Cultivation of Primary Students' Ability to Generate Hypotheses in Science Learning. *Advances in Educational Technology and Psychology*, 2(1), 96–101.  
<https://doi.org/10.23977/aetp.2018.21007>
- Yuniar, V., & Hadi, S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PBL Berbasis STEM Menggunakan Bantuan Mind Mapping terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 3(1), 44–54.  
<https://doi.org/10.21154/jtii.v3i1.1165>

Zam Zam, Y. (2024). Evaluasi Kompetensi Terhadap Peningkatan Komitmen dan Kinerja Aparatur Sipil Negara (ASN). *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 11042–11052.

<https://doi.org/10.31004/innovative.v4i3.10335>

Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World Journal of Education*, 5(1), 13–24. <https://doi.org/10.5430/wje.v5n1p13>