

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR PROJEK IPAS BERBASIS PjBL-STEM  
BERORIENTASI DEEP LEARNING UNTUK MENstimulus  
KETERAMPILAN UNJUK KERJA DAN KREATIVITAS  
PESERTA DIDIK SMK**

**(Tesis)**

**Oleh**

**ARLIK CAHYAWATI  
NPM 2223022008**



**MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN MODUL AJAR PROJEK IPAS BERBASIS PjBL-STEM BERORIENTASI DEEP LEARNING UNTUK MENstimulus KETERAMPILAN UNJUK KERJA DAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK SMK**

**Oleh**

**ARLIK CAHYAWATI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi prinsip *Deep Learning* dengan topik induksi elektromagnetik sebagai pembangkit listrik energi alternatif ramah lingkungan. Sebagai bagian dari *Education for Sustainable Development (ESD)* dan menganalisis dampaknya terhadap peningkatan keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik. Model pengembangan yang digunakan melibatkan tahap-tahap desain instruksional 4D, yang meliputi tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran Modul Ajar Projek IPAS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Program Pembelajaran yang dikembangkan, meliputi Modul Ajar, LKPD dan *handout* memiliki kevalidan yang sangat tinggi dengan persentase 91,5% pada aspek konten, konstruk, bahasa, dan desain. Dalam hal kepraktisan, Program Pembelajaran yang dikembangkan juga memiliki keterbacaan, kemudahan penggunaan, dan keterlaksanaan yang tinggi dengan persentase 90,7%. Selain itu, Modul Ajar Projek IPAS yang telah dikembangkan juga telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik dengan perolehan N-Gain sebesar 0,9. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan dan penerapan Modul Ajar berbasis PjBL-STEM berorientasi prinsip *Deep Learning* yang berfokus pada tujuan pembangunan berkelanjutan dapat efektif dilakukan dengan memasukan aktivitas-aktivitas pembelajaran yang melatih keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik.

Kata Kunci: Keterampilan Unjuk Kerja, Kreativitas Peserta Didik, PjBL-STEM, Prinsip *Deep Learning*, Modul Ajar

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF PROJECT-BASED IPAS LEARNING PLANS THROUGH THE PJBL-STEM APPROACH ORIENTED TO DEEP LEARNING TO ENHANCE VOCATIONAL HIGH SCHOOL STUDENTS' PERFORMANCE SKILLS AND CREATIVITY**

**By**

**ARLIK CAHYAWATI**

This study aims to develop a PjBL-STEM-based IPAS learning program oriented toward the principles of Deep Learning, using the topic of electromagnetic induction as a simple power generator for environmentally friendly alternative energy. As part of the Education for Sustainable Development (ESD) framework, this research also examines its impact on enhancing students' performance skills and creativity. The development process adopted the 4D instructional design model, consisting of four stages: defining, designing, developing, and disseminating the IPAS project-based learning program. The findings indicate that the developed learning program which includes the Deep Learning Lesson Plan (Perencanaan Pembelajaran Mendalam/PPM), student worksheets (LKPD), and handouts demonstrated a very high level of validity, with an average percentage of 91,5% across content, construct, language, and design aspects. In terms of practicality, the program also showed high levels of readability, engagement, and implementability, with a mean score of 90,7%. Furthermore, the program proved to be effective in improving students' performance skills and creativity, achieving an N-Gain score of 0,9. These findings suggest that the development and implementation of a PjBL-STEM-based learning program oriented toward Deep Learning principles and aligned with sustainable development goals can be effectively realized by integrating learning activities that promote students' performance skills and creativity.

**Keywords:** Performance Skills, Students' Creativity, PjBL-STEM, Deep Learning Principles, Teaching Module

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR PROJEK IPAS BERBASIS PjBL-STEM  
BERORIENTASI DEEP LEARNING UNTUK MENstimulus  
KETERAMPILAN UNJUK KERJA DAN KREATIVITAS  
PESERTA DIDIK SMK**

**Oleh**

**ARLIK CAHYAWATI**

**Tesis**

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

**Pada**

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



**MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN MODUL AJAR PROJEK IPAS BERBASIS PjBL-STEM BERORIENTASI DEEP LEARNING UNTUK MENstimulus KETERAMPILAN UNJUK KERJA DAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK SMK**

Nama Mahasiswa : **Arfik Cahyawati**

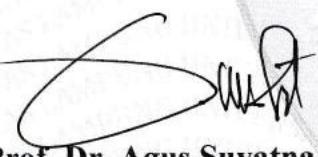
Nomor Pokok Mahasiswa : **2223022008**

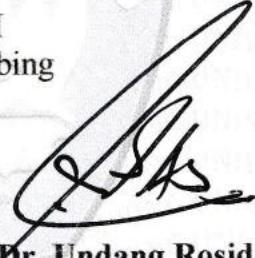
Program Studi : **Magister Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Magister Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI  
1. Komisi Pembimbing

  
**Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**  
**NIP. 19600821 198503 1 004**

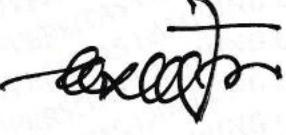
  
**Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**  
**NIP. 19600301 198503 1 003**

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

  
**Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**  
**NIP. 19670808 199103 2 001**

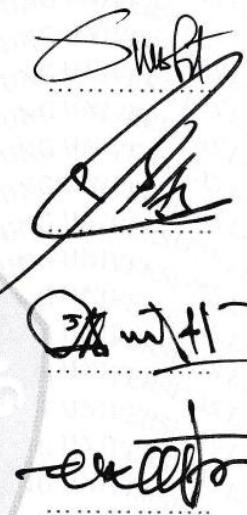
Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan Fisika

  
**Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**  
**NIP. 196312151991021001**

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Pengaji

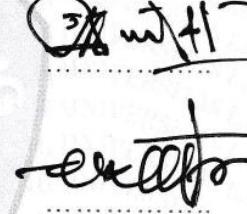
Ketua : Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.



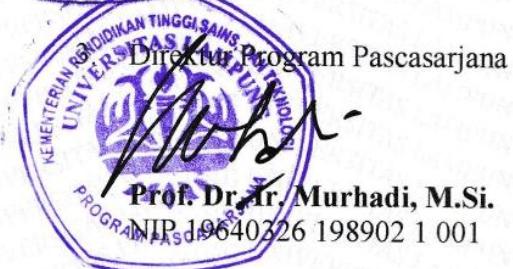
Sekretaris : Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.

Anggota : Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.

Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



### 2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Tanggal Lulus Ujian Tesis: 31 Oktober 2025

## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arlik Cahyawati  
NPM : 2223022008  
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang telah diajukan untuk memperoleh gelar pascasarjana di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan \disebut daftar pustaka.

Bandar Lampung, Oktober 2025



Arlik Cahyawati  
NPM 2223022008

## **RIWAYAT HIDUP**

Arlik Cahyawati merupakan anak ke-3 dari 3 bersaudara dari pasangan (alm) Bapak Agus Julianto bin Muhammad Untung dan Ibu Nira Sulistyowati. Lahir dan menghabiskan masa remaja di Lampung Utara dan Jawa Timur. Penulis sudah menikah dan dikaruniai 2 orang anak. Penulis menyelesaikan Pendidikan Strata 1 di Universitas Lampung. Awal karir sebagai guru dimulai semenjak tahun 2009 dengan menjadi guru fisika pada bimbingan belajar Ganesha Operation Lampung, saat penulis masih tercatat sebagai mahasiswa tingkat akhir. Selain, itu penulis juga mengajar pada SMK Yadika Natar. Pada tahun 2010 penulis mendapatkan kesempatan untuk mengikuti dan diterima pada seleksi Penerimaan Pegawai Negeri Sipil (PNS) dengan mengambil formasi Guru Fisika Kota Bandar Lampung. Dan pada 1 Januari 2011, penulis resmi mengabdi di SMK Negeri 2 Bandar Lampung.

Saat ini, penulis memiliki amanah sebagai Wakil Kepala Sekolah yang membawahi bidang Manajemen Mutu dan SDM. Penulis juga sebagai Ketua Badan Layanan Umum Daerah (BLUD) di SMK Negeri 2 Bandar Lampung. Selain itu, penulis terpilih menjadi Badan Pengawas (BP) pada KPRI Warga Teknologi SMK Negeri 2 Bandar Lampung. Penulis juga menjadi pengurus inti pada MGMP Fisika di Sekolah dan MGMP Kota Bandar Lampung. Sebagai sekretaris bidang penelitian dan pengabdian masyarakat pada PGRI cabang rajabasa dan anggota penjamin mutu pada yayasan ponpes YAMAMA Bandar Lampung. Kecintaan terhadap dunia pendidikan mengantarkan penulis untuk mengikuti beberapa program kemendikbudristek seperti Guru Penggerak (alumni Angkatan ke-9) dan Program Praktisi Mengajar Angkatan ke-2 yang berkolaborasi dengan Universitas Pamulang.

## **MOTTO**

*“Faizda ‘azzamta fatawakkal ‘alallah”*

“Puncak tertinggi karir seseorang tidak dilihat dari seberapa tinggi jabatan, tetapi dilihat dari seberapa luas kebermanfaatan.”

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, segala puji dan syukur bagi Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis dengan judul “Pengembangan Modul Ajar Projek IPAS Berbasis PjBL-STEM Berorientasi Prinsip *Deep Learning* untuk Menstimulasi Keterampilan Unjuk Kerja dan Kreativitas Peserta Didik SMK”. Pada kesempatan kali ini tak lupa penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaiannya penulisan tesis ini.

1. Ibu dan Alm Bapak. Terima kasih telah menjadi orangtua yang baik, yang senantiasa mendoakan, memberikan bimbingan dan kepercayaan serta selalu memperjuangkan masa depan untukku. Terimakasih atas segala pengorbanan yang telah diberikan kepadaku. Semoga Ibu dan Bapak selalu diberi kesehatan, kebahagiaan, serta segala kebaikan dalam hidup dunia hingga akhirat.
2. Keluargaku yang selalu ada untukku. Terima kasih atas dukungan, perhatian dan bantuan yang selalu diberikan.
3. Para pendidik yang senantiasa memberikan ilmu dan pendidikan terbaik serta waktu yang berharga dalam membimbingku.
4. Keluarga Kesebelasan Magister Pendidikan Fisika Angkatan 2022.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Semoga segala bentuk bantuan, dukungan, saran dan bimbingan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Mudah-mudahan tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

## SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur bagi Allah SWT, peneliti dapat menyelesaikan penulisan Tesis dengan judul “Pengembangan Modul Ajar IPAS Berbasis PjBL-STEM Berorientasi Prinsip *Deep Learning* untuk Menstimulus Keterampilan Unjuk Kerja dan Kreativitas Peserta Didik SMK” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada program Pascasarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Albert Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
4. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
5. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, sekaligus selaku Pembahas II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.
6. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.
7. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.

8. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembahas I yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.
9. Seluruh dosen, staff, dan karyawan FKIP Universitas Lampung, khususnya Program Studi Magister Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pemahaman, dan pelayanan selama proses perkuliahan.

Semoga segala bentuk bantuan, dukungan, saran dan bimbingan yang diberikan kepada peneliti mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Mudah-mudahan tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, Mei 2025

Arlik Cahyawati

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	iv
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	viii
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	8
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	9
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	10
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	12
2.1 Kajian Teori .....	12
2.1.1 Deep Learning (Pembelajaran Mendalam).....	12
2.1.2 Modul Ajar Kurikulum Merdeka.....	26
2.1.3 Mata Pelajaran Projek IPAS .....	34
2.1.4 PjBL-STEM .....	35
2.1.5 Keterampilan Unjuk Kerja.....	39
2.1.6 Kreativitas Peserta Didik .....	43
2.2 Penelitian yang Relevan .....	47
2.3 Kualitas Produk Pembelajaran .....	48
2.4 Kerangka Pemikiran.....	49
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	53
3.1 Desain Penelitian Pengembangan .....	53
3.2 Prosedur Pengembangan Produk .....	54
3.3 Instrumen Penelitian.....	60
3.4 Teknik Analisis Data.....	67
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	73
4.1 Hasil Validasi .....	90
4.2 Hasil Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes .....	93
4.3 Hasil Uji Kepraktisan .....	96
4.4 Hasil Uji Efektivitas .....	98

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	128
5.1 Kesimpulan .....	128
5.2 Saran.....	129
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	130
<b>LAMPIRAN.....</b>	131

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Empat upaya membentuk manusia seutuhnya Ki Hajar Dewantara .....	20
2. Taksonomi Belajar dalam Pembelajaran Mendalam.....	22
3. Pengalaman Belajar dalam PM .....	23
4. Komponen Minimum Modul Ajar .....	27
5. Komponen PPM .....	28
6. Analisis Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran .....	33
7. Definisi Literasi STEM .....	37
8. Rubrik Penilaian Kreativitas Peserta Didik.....	47
9. Penelitian yang Relevan.....	47
10. Prosedur Umum Model Pengembangan 4D.....	54
11. Rancangan Aktivitas Pembelajaran Model PjBL-STEM.....	57
12. Komponen Uji Validitas .....	59
13. Skala Likert pada skala Validasi dan Kepraktisan.....	61
14. Rubrik Identifikasi Masalah Pada Tahap <i>Reflection</i> .....	62
15. Rubrik Penyusunan Rancangan Projek Tahap <i>Research</i> .....	62
16. Rubrik Desain Projek Tahap <i>Discovery</i> .....	63
17. Rubrik Pembuatan Produk Tahap <i>Application</i> .....	64
18. Rubrik Presentasi Tahap <i>Communication</i> .....	65
19. Rubrik Penilaian Kreativitas Diadopsi dari Boss <i>et al.</i> (2013).....	66
20. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	67
21. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	68
22. Kriteria Kevalidan Instrumen Tes .....	69
23. Kriteria Koefisien Korelasi .....	69
24. Kriteria Nilai <i>Effect Size</i> .....	72
25. Kategori Nilai N-gain.....	72
26. Rangkuman Hasil Analisis Kebutuhan .....	74
27. Aktivitas Pembelajaran pada Modul Ajar .....	75
28. Tampilan Modul Ajar yang Dikembangkan .....	79
29. Tampilan LKPD yang Dikembangkan.....	81
30. Tampilan Handout yang Dikembangkan .....	85
31. Hasil Validasi 3 Validator terhadap Modul Ajar .....	90
32. Hasil Validasi 3 Validator terhadap LKPD.....	91
33. Hasil Validasi 3 Validator terhadap <i>Handout</i> .....	91

34. Masukan/Komentar dari Validator.....	92
35. Hasil Uji Validitas Instrumen Penilaian Observasi Unjuk Kerja.....	93
36. Hasil Uji Validitas Instrumen Penilaian Observasi Kreativitas .....	94
37. Hasil Uji Validitas Instrumen Observasi Keterampilan Unjuk Kerja. ....	96
38. Hasil Uji Validitas Instrumen Observasi Kreativitas Peserta Didik .....	96
39. Hasil Uji Kepraktisan.....	97
40. Hasil Uji Normalitas Keterampilan Unjuk Kerja dan Kreativitas .....	98
41. Statistik Dekriptif dari Skor Observasi Awal dan Observasi Akhir Instrumen Keterampilan Unjuk Kerja dan Kreativitas Peserta Didik .....	99
42. Hasil Uji Independent Sample T-Test Instrumen Observasi Keterampilan Unjuk Kerja dan Kreativitas Peserta Didik.....	100
43. Hasil Rata-rata N-Gain Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	101
44. Hasil Rata-rata N-Gain pada setiap Indikator .....	102
45. Hasil Uji Dampak Keterampilan Unjuk Kerja .....	103
46. Hasil Uji Dampak Kreativitas Peserta Didik .....	103

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Empat Komponen <i>Deep Learning</i> .....	14
2. Kerangka kerja PM .....	16
3. Alur kerja PM membentuk profil lulusan .....	19
4. Pengalaman Belajar pada PM .....	23
5. Bagan Kerangka Pemikiran.....	52
6. Model Pengembangan 4D (Thiagarajan, 1974) .....	53
7. Alur Tahapan Penelitian.....	55
8. Hasil Uji Validitas Modul Ajar .....	105
9. Persentase Hasil Uji Validitas LKPD .....	108
10. Persentase Hasil Uji Validitas Handout .....	108
11. Persentase Hasil Uji Kepraktisan .....	111
12. Rekapitulasi Nilai N-Gain keterampilan unjuk kerja Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	113
13. Rekapitulasi Nilai N-Gain Kreativitas Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	115
14. Menyajikan aktivitas peserta didik pada tahap <i>Reflection</i> .....	116
15. Menyajikan aktivitas peserta didik pada saat menentukan masalah.....	118
16. Menyajikan aktivitas peserta didik pada tahap <i>Research</i> . .....	119
17. Menunjukkan aktivitas peserta didik pada tahap <i>Discovery</i> . .....	121
18. Aktivitas peserta didik pada tahap <i>Application</i> .....	123
19. Prototipe pemabangkit listrik sederhana berbasis induksi elektromagnetik pada tahap <i>Application</i> .....	124
20. Aktivitas Peserta Didik pada Tahap <i>Communication</i> .....	126

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Produk Program Pembelajaran (Modul Ajar) .....	130
2. Produk Program Pembelajaran (LKPD).....	151
3. Produk Program Pembelajaran ( <i>Handout</i> ) .....	176
4. Lembar Validasi Perangkat Ajar.....	213
5. Rekapitulasi Hasil Validasi Isi Modul Ajar .....	238
7. Rekapitulasi Hasil Validasi Konstruk Modul Ajar .....	239
8. Rekapitulasi Hasil Validasi Bahasa Modul Ajar.....	240
9. Rekapitulasi Hasil Validasi Isi LKPD.....	241
10. Rekapitulasi Hasil Validasi Media dan Desain LKPD .....	243
11. Rekapitulasi Hasil Validasi Isi <i>Handout</i> .....	244
12. Rekapitulasi Hasil Validasi Media dan Desain <i>Handout</i> .....	246
13. Instrumen Observasi Keterlaksanaan Modul Ajar .....	252
14. Instrumen Angket Praktikalitas Modul Ajar .....	253
15. Rekapitulasi Hasil Uji Keterlaksanaan Program Pembelajaran .....	239
16. Rekapitulasi Hasil Uji Praktikalitas Program Pembelajaran.....	240
17. Hasil Observasi Awal dan Observasi Akhir Instrumen Observasi Keterampilan Unjuk Kerja Kelas Kontrol .....	254
18. Hasil Observasi Awal dan Observasi Akhir Instrumen Observasi Keterampilan Unjuk Kerja Kelas Eksperimen.....	256
19. Hasil Observasi Awal dan Akhir Kreativitas Kelas Kontrol .....	258
20. Hasil Observasi Awal dan Akhir Kreativitas Kelas Eksperimen.....	260
21. Hasil Uji Normalitas Instrumen Keterampilan Unjuk Kerja.....	262
22. Hasil Uji Normalitas Instrumen Kreativitas.....	263
23. Rekapitulasi Hasil Observasi dan N-Gain Unjuk Kerja Kelas Kontrol .....	264
24. Rekapitulasi Hasil Observasi dan N-Gain Unjuk Kerja Kelas Eksperimen	265
25. Rekapitulasi Hasil Observasi dan N-Gain Kreativitas Kelas Kontrol .....	266
26. Rekapitulasi Hasil Observasi dan N-Gain Kreativitas Kelas Eksperimen...	267
27. Rekapitulasi N-Gain setiap Indikator.....	268
28. Hasil Uji Beda Rata-rata Skor Observasi Awal Unjuk Kerja .....	270
29. Hasil Uji Beda Rata-rata Skor Observasi Akhir Unjuk Kerja.....	271
30. Hasil Uji Beda Rata-rata Skor Observasi Awal Kreativitas .....	272
31. Hasil Uji Beda Rata-rata Skor Observasi Akhir Kreativitas.....	273
32. Hasil Uji ANCOVA dan <i>Effect Size</i> Keterampilan Unjuk Kerja.....	274

34. Hasil Uji ANCOVA dan <i>Effect Size</i> Kreativitas .....	275
35. Surat Balasan Izin Penelitian .....	285
36. Surat Izin Penelitian .....	286

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang pesat di era revolusi *industry* 4.0 serta lahirnya konsep *society* 5.0 telah mengubah secara fundamental tuntutan terhadap dunia pendidikan. Pendidikan tidak lagi hanya berfungsi sebagai sarana transmisi pengetahuan, melainkan menjadi fondasi utama dalam membentuk generasi yang adaptif, kreatif, dan mampu memecahkan masalah kompleks berbasis teknologi dan nilai-nilai kemanusiaan. *Society* 5.0, sebagaimana dikembangkan di Jepang, mengedepankan sinergi antara teknologi mutakhir dan *human-centered innovation* untuk menciptakan masyarakat yang seimbang (Gavit, 2025; Lubinga *et al.*, 2023; Pazaver & Kitada, 2025; UTokyo, 2020). Teknologi pendidikan mencakup teori dan praktik yang berkaitan dengan desain, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan, dan evaluasi proses dan sumber belajar (Fathia Fairuza Hanum & Suprayekti, 2019).

Pada era revolusi *industry* 4.0, struktur sosial berubah secara cepat, hubungan interaksi bergantung pada teknologi, beberapa jenis pekerjaan hilang, dan kondisi masyarakat saling berkompetisi (Sherly, 2020). Langkah menghadapi revolusi *industry* 4.0, sekolah harus memberikan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Pendidikan di era ini, merupakan program yang bertujuan untuk mewujudkan pendidikan cerdas, dengan meningkatkan dan memeratakan kualitas pendidikan serta memperluas akses dan relevansi dengan cara mengoptimalkan penggunaan teknologi (Fisk, 2017; Lase, 2019). Atas dasar hal tersebut, sistem pendidikan harus responsif terhadap perubahan ini dengan menyiapkan peserta didik yang tidak hanya cakap secara akademik, tetapi juga memiliki keterampilan

abad ke-21 seperti kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis (Bassey *et al.*, 2024).

Sejalan dengan tuntutan tersebut, paradigma pembelajaran juga harus mengalami pergeseran dari *teacher-centered* menuju *student-centered learning*. Model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik diyakini lebih efektif dalam menumbuhkan keterlibatan aktif, kemandirian belajar, dan pengembangan potensi personal siswa secara maksimal (Rodrigues *et al.*, 2025). Peran guru dalam pendekatan ini, lebih sebagai fasilitator yang menciptakan lingkungan belajar yang mendukung eksplorasi, eksperimentasi, dan refleksi, bukan sekadar menyampaikan informasi. Pendekatan *student-centered* juga menjadi jalan strategis untuk merespons kebutuhan individual siswa serta menstimulasi pencapaian kompetensi secara holistik. Guru sebagai fasilitator diharapkan menguasai keahlian, kemampuan beradaptasi dengan teknologi baru dan tantangan global (Widiyono & Millati, 2021; Yanti *et al.*, 2023).

Pada konteks pembelajaran abad ke-21 yang berorientasi pada peserta didik, pendekatan *deep learning* menjadi landasan penting. *Deep learning* bukan sekadar mengajarkan penguasaan materi secara dangkal, melainkan mendorong pemahaman mendalam, keterkaitan antar konsep, serta pengembangan kemampuan berpikir kritis, reflektif, dan pemecahan masalah (Kovač *et al.*, 2025). Selain itu, pendekatan ini juga membangun pemahaman konseptual, mendorong transfer pengetahuan ke situasi nyata, dan melibatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan refleksi. Dengan demikian, *deep learning* relevan untuk menciptakan pembelajaran yang transformatif, dan menjadi prasyarat untuk menyiapkan generasi yang adaptif, kreatif, serta siap menghadapi tantangan global. Proses ini menuntut siswa untuk aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman autentik dan eksploratif (Mubarok *et al.*, 2025).

Salah satu model yang mampu merealisasikan prinsip *deep learning* secara konkret adalah *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Tidak dapat dipungkiri bahwa

teknologi sangat berpengaruh terhadap pendidikan dan kemajuan teknologi seiring dengan perkembangan pendidikan (Enghagen, 1997; Filippov, 2023). Siswa dapat belajar melalui pengalaman atau dengan mengambil konsep yang dibangun berdasarkan produk akhir yang dibuat selama pembelajaran. Proses pembelajaran STEM mengintegrasikan teknologi, teknik, dan matematika melalui penerapan dan praktik dalam situasi yang saling berkaitan sehingga meningkatkan minat siswa terhadap materi yang diajarkan (Kartini *et al.*, 2023).

Penerapan STEM dalam pendidikan merupakan pendekatan pembelajaran interdisipliner yang memungkinkan guru menunjukkan kepada siswa bahwa konsep, prinsip, ilmu, teknologi, engineering, dan matematika terintegrasi ke dalam pembuatan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. STEM melibatkan hubungan antara sekolah, dunia kerja, kehidupan sehari-hari, dan dunia luar sehingga membuat siswa lebih siap untuk berkompetisi di era baru (Alves-Oliveira *et al.*, 2019; Hallström & Schönborn, 2019).

Pendekatan STEM berbasis proyek menguatkan beberapa konsep seperti *global economy, knowledge economy, industry 4.0, dan society 5.0*, keterampilan abad 21 seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan keterampilan proses kreativitas, observasi, dan keterampilan proses. melakukan eksperimen. STEM dianggap mempunyai kontribusi penting dalam melatih tenaga kerja berkualitas yang memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memberikan manfaat global (Baran *et al.*, 2021).

Sesuai dengan karakteristik pembelajaran *deep learning*, model PjBL adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek (kegiatan) sebagai inti pembelajaran. Model PjBL mengarahkan siswa untuk membuat proyek yang berfokus pada pembuatan produk atau unjuk kerja. Dalam proyek ini, mereka juga melakukan pengkajian atau penelitian, memecahkan masalah, dan mensistesis data. Produk yang dihasilkan siswa dari kerja kelompok merupakan hasil akhir pembelajaran (Meita *et al.*, 2018).

Model PjBL-STEM mendorong pembelajaran lintas disiplin berbasis proyek yang menekankan eksplorasi, kolaborasi, dan aplikasi nyata konsep-konsep yang dipelajari (Prihatin *et al.*, 2025). Pendekatan ini selaras dengan pembelajaran mendalam karena menuntut keterlibatan aktif siswa dalam merancang solusi, mengelola proyek, dan menghasilkan produk nyata, sehingga pemahaman mereka menjadi lebih bermakna dan aplikatif. Dalam konteks pendidikan vokasi seperti SMK, model PjBL-STEM memberikan pengalaman belajar yang autentik sesuai dunia kerja, meningkatkan motivasi belajar, serta mengasah keterampilan berpikir sistematis dan kreatif (Bell, 2010). Model PjBL-STEM dapat menjadi wahana efektif untuk mewujudkan pembelajaran yang mengandung elemen *deep learning* karena mendorong siswa untuk berpikir kritis, berkolaborasi, dan menyelesaikan masalah nyata secara reflektif dan mendalam. Penelitian menunjukkan bahwa model PjBL-STEM mampu meningkatkan motivasi belajar, keterampilan kolaboratif, dan kapasitas inovatif siswa (Lou *et al.*, 2011). sehingga sangat cocok diterapkan di SMK yang menuntut integrasi antara teori dan praktik. Terlebih bagi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang saat ini dapat menjadi solusi untuk mencetak lulusan yang memiliki keterampilan yang dapat digunakan setelah lulus. Siswa SMK terbiasa memperoleh sejumlah keterampilan yang dapat digunakan di masyarakat (Ratih Yuniastri, 2023).

Tantangan yang dihadapi semakin kompleks. Lulusan SMK diharapkan memiliki kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia industri, mampu berwirausaha secara mandiri, atau melanjutkan ke jenjang pendidikan tinggi. Hal ini mengisyaratkan bahwa pembelajaran di SMK harus mampu melatih *hard skills* maupun *soft skills* peserta didik secara terstruktur dan terukur (OECD, 2020). Dengan demikian, perencanaan pembelajaran yang diterapkan harus kontekstual, aplikatif, dan mendorong siswa untuk aktif menghasilkan karya atau produk nyata sebagai wujud keterampilan unjuk kerja. Keterampilan unjuk kerja (*performance skill*) dan kreativitas merupakan dua indikator penting dalam menilai keberhasilan proses pendidikan di SMK. Keterampilan unjuk kerja mencerminkan kemampuan siswa dalam menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam konteks nyata, sementara kreativitas menunjukkan kemampuan menghasilkan ide-ide baru dan

solusi inovatif (Runco & Acar, 2012). Keduanya menjadi indikator penting dalam membentuk lulusan SMK yang siap kerja, adaptif, dan solutif terhadap tantangan global. Diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu menstimulasi dua aspek tersebut secara simultan dan sistematis. IPAS sebagai mata pelajaran yang mengintegrasikan aspek lingkungan, sosial, dan sains menjadi wadah ideal untuk penerapan pendekatan PjBL-STEM secara utuh.

Berdasarkan rapor pendidikan SMK Negeri 2 Bandar Lampung tahun 2024, diketahui bahwa indikator kualitas pembelajaran memiliki pencapaian terendah, yang salah satunya disebabkan oleh rendahnya skor metode pembelajaran. Kualitas pembelajaran yang dimaksud adalah tingkat kualitas interaksi antara guru, peserta didik, dan materi pembelajaran dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Capaian indikator ini, diukur dengan mencari nilai rerata untuk kualitas pembelajaran meliputi manajemen kelas, dukungan psikologi, dan metode pembelajaran pada survei lingkungan belajar. Nilai capaian kualitas pembelajaran SMK Negeri 2 Bandar Lampung tahun 2024 adalah 60,3, turun 0,55 dari tahun 2023 (60,85). Nilai ini masuk dalam kategori sedang yang artinya pembelajaran mengarah pada peningkatan kualitas yang ditunjukkan dengan suasana kelas yang mulai kondusif dan adanya dukungan afektif serta aktivasi kognitif dari guru.

Kualitas pembelajaran yang diukur meliputi tiga unsur yaitu, metode pembelajaran, manajemen kelas, dukungan psikologis. Nilai perolehan untuk metode pembelajaran tahun 2024 adalah 57,64 naik 3,14 dari tahun 2023 (54,5). Metode pembelajaran yang dimaksud adalah praktik pengajaran yang bertujuan untuk membimbing dan mendukung peserta didik dalam membangun pemahaman atau pengetahuan baru. Nilai capaian Manajemen Kelas tahun 2024 adalah 61,03, turun 0,67 dari tahun 2023 (61,7). Manajemen Kelas artinya praktik pembelajaran melihat proses perilaku peserta didik dan pemusatan perhatian terhadap aktivitas tugas yang relevan. Sedangkan, nilai capaian dukungan psikologis tahun 2024 adalah 62,23, turun 4,11 dari tahun 2023 (66,34). Dukungan Psikologis yang dimaksud adalah praktik pembelajaran dengan melihat pemenuhan kebutuhan peserta didik guna merasa kompeten dan dihargai sebagai bagian dari kelas.

Meskipun ada sedikit peningkatan dalam metode pembelajaran, kualitas pembelajaran secara keseluruhan masih berada dalam kategori sedang dan belum sepenuhnya mendukung pembelajaran aktif dan bermakna.

Hal ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang diterapkan belum sepenuhnya mengaktifkan peserta didik atau mendukung mereka dalam membangun pemahaman secara mandiri. Salah satu akar masalahnya adalah sumber belajar yang masih terpaku pada buku paket, yang tidak sepenuhnya selaras dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai. Kondisi ini mencerminkan perlunya pengembangan modul ajar inovatif yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik pembelajaran SMK sangat mendesak untuk dilakukan. Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan model PjBL-STEM dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan abad 21 siswa. Misalnya, penelitian oleh Kokotsaki *et al.*, (2016) Arsyad & Rathomi, (2025) mengungkapkan bahwa PjBL meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif siswa. Demikian pula, penelitian oleh (Simamora, 2022) menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam proyek pembelajaran meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan problem-solving.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pramesti *et al.* (2022), menunjukkan bahwa implementasi PjBL-STEM dan *Discovery Learning* terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Fadilah *et al.* (2024) juga menemukan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis teknologi dan PjBL dapat meningkatkan motivasi dan kemampuan peserta didik. Selain itu, penerapan PjBL-STEM dalam pembelajaran juga telah terbukti dapat meningkatkan pengetahuan konsep dan kreativitas peserta didik (Prajoko *et al.*, 2023). Namun, kebanyakan studi tersebut dilakukan di tingkat sekolah dasar atau menengah umum, bukan pada konteks vokasi seperti SMK. Selain itu, sangat sedikit penelitian yang mengaitkan langsung antara PjBL-STEM dengan keterampilan unjuk kerja dan kreativitas di lingkungan SMK Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini memiliki ruang kontribusi yang signifikan baik secara praktis maupun akademik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM yang dapat menstimulasi keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik SMK. Penelitian ini penting dilakukan untuk menjawab tantangan rendahnya kualitas pembelajaran dan keterbatasan sumber ajar yang sesuai. Tema pembelajaran yang dipilih adalah induksi elektromagnetik sebagai pembangkit listrik sederhana, dikarenakan penelitian sebelumnya sudah banyak membahas tentang topik energi terbarukan. Namun masih sedikit pembelajaran yang berfokus pada konsep induksi elektromagnetik untuk menciptakan pembangkit listrik sederhana, yg diterapkan secara sistematis dalam konteks projek IPAS di SMK. Padahal keterampilan ini sangat relevan dengan bidang keteknikan dan vokasi. Selain itu, masih sangat sedikit modul ajar projek IPAS di SMK yang mengintegrasikan pembelajaran elektromagnetik secara aplikatif dan berbasis projek, terlebih yang dirancang dengan pendekatan STEM dan diarahkan untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada fokusnya yang mengintegrasikan pendekatan PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning* dalam pengembangan Modul Ajar Projek IPAS untuk jenjang SMK, dengan mengukur dampaknya terhadap keterampilan unjuk kerja dan kreativitas siswa. Selain itu, topik dalam modul tersebut sesuai dengan permasalahan-permasalahan global atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang mengandung prinsip integrasi, inklusif, dan *leave no one behind*. Berdasarkan hal tersebut, penulis memilih topik penelitian "Pengembangan Program Pembelajaran Projek IPAS Berbasis PJBL-STEM Berorientasi Prinsip *Deep Learning* untuk Menstimulus Keterampilan Unjuk Kerja dan Kreativitas Peserta Didik SMK". Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran inovatif di SMK serta menjadi rujukan dalam peningkatan mutu pembelajaran secara berkelanjutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain modul ajar Projek IPAS berbasis model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* yang valid untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK?
2. Bagaimana kepraktisan modul ajar projek IPAS berbasis model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* yang valid untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK?
3. Bagaimana keefektifan modul ajar projek IPAS berbasis model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* yang valid untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan desain modul ajar projek IPAS berbasis model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* yang valid untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK?
2. Mendeskripsikan kepraktisan modul ajar projek IPAS berbasis model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* yang valid untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK?
3. Mendeskripsikan keefektifan modul ajar projek IPAS berbasis model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* yang valid untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK?

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian pengembangan ini yaitu:

### 1. Manfaat teoritis

Manfaat teoritis penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Membangun keilmuan dalam pembelajaran Projek IPAS yang memfasilitasi aktivitas pembelajaran berbasis model PjBL-STEM berorientasi prinsip *deep learning*.
- b. Memberikan referensi modul ajar berbasis model PjBL-STEM berorientasi prinsip *deep learning*.
- c. Memberikan masukan dan sumbangan pemikiran dalam upaya peningkatan kualitas proses pembelajaran Projek IPAS di sekolah disesuaikan dengan kebaharuan kurikulum terkini.
- d. Memberikan rujukan dan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya.

### 2. Manfaat praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah:

- a. Menghasilkan modul ajar Projek IPAS yang memuat isu-isu global dengan menggunakan model PjBL-STEM berorientasi *deep learning* untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK.
- b. Memberikan solusi pembelajaran bagi guru dalam menciptakan suasana pembelajaran yang lebih bermakna dengan mengakomodasi pembelajaran berbasis PjBL-STEM berorientasi *deep learning* untuk menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik di SMK.
- c. Memberikan pengarahan agar pengajaran guru menggunakan pendekatan yang membuat peserta didik dapat meningkatkan prestasinya pada pembelajaran abad 21 dengan pembelajaran berbasis STEM dan projek yang berbeda bagi setiap peserta didik di SMK.
- d. Memberikan informasi terkait pengajaran yang menggunakan modul ajar Projek IPAS, dapat meneruskan penelitian dengan menggunakan variabel bebas yang lain, serta memberikan ide kepada peneliti lain agar melakukan

penelitian dengan model PjBL-STEM berorientasi *deep learning*.

### **1.5 Ruang lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut.

1. Jenis penelitian yang dilakukan adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*) dengan model 4D.
2. Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini berupa modul ajar IPAS beserta *handout* dan LKPD sebagai lampiran, yang berbentuk cetak pada aspek energi dan perubahannya sesuai dengan Capaian Pembelajaran SMK pada fase E Kelas X Kurikulum Merdeka.
3. Komponen minimum modul ajar IPAS sesuai dengan Permendikbudristek nomor 56/M/2022 yang terdiri dari tujuan pembelajaran, langkah-langkah atau kegiatan pembelajaran, asesmen penilaian, dan media pembelajaran yang digunakan.
4. Empat indikator penilaian kreativitas peserta didik menurut Boss *at all*. (2013), yaitu memahami tujuan yang mendorong proses inovasi, menunjukkan perspektif yang berbeda dan kreatif selama diskusi, menghasilkan beberapa alternatif solusi teknis, presentasi yang sangat menyenangkan, hidup, dan menarik bagi audiens.
5. Indikator penilaian keterampilan unjuk kerja diadaptasi dari instrumen yang dikembangkan oleh Wulan A.R dalam Nuraeni et al. (2023), Buku Pedoman Projek IPAS kelas X SMK/MAK, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
6. Model PjBL-STEM dalam penelitian ini mengadopsi sintaks PjBL menurut (Laboy-Rush, 2010), yang terdiri dari 5 tahap dalam pembelajaran yaitu: *Reflection*, tahap orientasi ke dalam konteks masalah, *Research*, tahap meneliti konsep sains dan mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan, *Discovery*, menemukan langkah-langkah proyek sebagai pemecahan masalah, *Application*, peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah, menguji model yang dirancang dan menyempurnakan, *Communication*, peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk

- mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi.
7. STEM dalam penelitian ini mengadopsi pendekatan STEM menurut Bybee (2014), yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu yaitu, Sains (*Science*), Teknologi (*Technology*), Teknik (*Engineering*), Matematika (*Mathematics*).
  8. Modul ajar IPAS dikembangkan dengan menggunakan model PjBL-STEM dengan memilih aspek energi dan perubahannya dan tema ”Membangun Pembangkit Listrik Mikro Berbasis Induksi Elektromagnetik sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan”.
  9. Kevalidan Program Pembelajaran ditinjau dari empat dimensi yakni validitas konten, konstruk, bahasa, dan desain. Program Pembelajaran dinyatakan valid untuk digunakan jika mendapat rata-rata persentase paling rendah 60,1%.
  10. Kepraktisan Program Pembelajaran dilakukan dengan melakukan uji keterlaksanaan, yang dilakukan melalui observasi langsung selama proses pembelajaran dan uji kepraktisan oleh Guru, yang dilakukan dengan menggunakan angket/kuesioner untuk memperoleh respons guru terhadap aspek penyajian (kejelasan dan sistematika penyajian materi), penggunaan (kemudahan dalam penggunaan modul atau perangkat), keterbacaan (kemudahan dalam memahami isi), waktu (kesesuaian waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan waktu yang tersedia). Program Pembelajaran dinyatakan praktis diterapkan jika mendapat rata-rata persentase lebih dari 60,1%.
  11. Kefektifan Program Pembelajaran ditinjau dari nilai *effect size* yang didapatkan. Program Pembelajaran dinyatakan efektif meningkatkan keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik jika mendapatkan *effect size* pada rentang 0,2 sampai dengan 0,8.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Kajian Teori**

#### **2.1.1 *Deep Learning* atau Pembelajaran Mendalam (PM)**

Pembelajaran Mendalam meliputi pemahaman dan keterkaitan hubungan antara pengetahuan konseptual dan prosedural serta kemampuan untuk mengaplikasi pengetahuan konseptual pada konteks yang baru (Hattie & Donoghue, 2016; Parker *et al.*, 2011; Winch, 2017). Pembelajaran diharapkan aplikatif dan bermanfaat dalam kehidupan peserta didik. Pemerolehan pengetahuan dilakukan melalui pembelajaran berbasis pengalaman. Pembelajaran berbasis pengalaman sebagai teori pembelajaran dikembangkan oleh David A. Kolb (1981) mendukung penerapan PM. Teori ini menekankan bahwa pembelajaran terjadi melalui pengalaman langsung yang melibatkan proses refleksi, konseptualisasi, dan eksperimen. Pembelajaran sebagai proses di mana pengetahuan diciptakan melalui transformasi pengalaman (Kolb, 2015) Pendekatan PM mampu menghasilkan kualitas capaian pembelajaran yang tinggi, sedangkan metode pembelajaran yang kurang mendalam cenderung menghasilkan capaian pembelajaran yang rendah (Smith & Colby, 2007).

Pembelajaran Mendalam berkaitan erat dengan teori belajar konstruktivisme yang menguatkan proses pembelajaran dan interaksi dengan orang lain (Abbott *et al.*, 2009). Pembelajaran Mendalam terjadi ketika peserta didik ditantang dan dimotivasi dengan permasalahan dunia nyata yang menggunakan pengetahuan antardisiplin dapat melalui pendekatan pembelajaran inkuiiri (Bolstad *et al.*, 2012; Fullan *et al.*, 2018). Pembelajaran Mendalam merupakan perkembangan dari

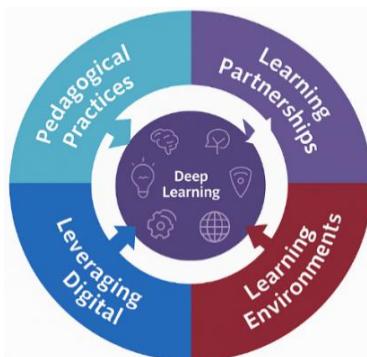
berbagai alternatif pendekatan yang berpusat pada peserta didik sebelumnya seperti Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem-Based Learning), Pembelajaran Terbalik (Flipped Classroom), Penilaian Formatif (Formative Assessment), dan lain-lain (Kovač *et al.*, 2025). Dengan demikian, dapat ditunjukkan bahwa PM merupakan pendekatan yang terfokus pada peserta didik sesuai dengan keunikan dan karakteristik mereka. Sekolah harus memberikan pengalaman PM sehingga peserta didik dapat mengembangkan pemahamannya tentang elemen-elemen mendasar dan hubungannya satu sama lain dalam suatu mata pelajaran. Dengan demikian, mereka dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan mata pelajaran tersebut pada konteks yang familiar dan non-familiar (Bråten & Skeie, 2020). Pengalaman belajar di kelas dapat dilakukan dengan memberikan peluang mengerjakan aktivitas pembelajaran dengan kompleksitas yang terus meningkat baik secara individu ataupun berkelompok.

Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah menetapkan secara resmi Kurikulum Merdeka sebagai kerangka dasar dan struktur kurikulum untuk seluruh satuan pendidikan di Indonesia. Permendikbudristek ini juga mengatur implementasi kurikulum yang fleksibel, berbasis pada kompetensi, dan mendukung pengembangan karakter, keterampilan abad 21, serta literasi dan numerasi. Penekanan pada fleksibilitas dan pemberdayaan sekolah dalam mengelola pembelajaran ini dapat menciptakan peserta didik yang tidak hanya cerdas secara akademis tetapi juga memiliki keterampilan hidup yang baik dan siap menghadapi tantangan masa depan.

PM bukan sebuah kurikulum tetapi merupakan pendekatan pembelajaran untuk melengkapi kurikulum yang ada. PM adalah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada mengembangkan kompetensi dan keterampilan abad-21 (6C) untuk membekali siswa menghadapi tantangan di dunia nyata. PM merupakan pendidikan progresif yang terfokus pada perkembangan peserta didik dalam kemampuan berkolaborasi, pendekatan guru, pemahaman mendalam terhadap

materi pelajaran (Kohn, 2015). PM meningkatkan kualitas dan capaian pembelajaran dengan secara intensif melibatkan peserta didik melalui pembelajaran yang mengaitkan pembelajaran dengan dunia nyata dan identitas diri, mengembangkan keterampilan, pengetahuan, kepercayaan diri melalui proses inkiri (Fullan *et al.*, 2018). Oleh sebab itu, PM berfokus pada berbagai karakteristik peserta didik dan proses pelibatan mereka secara aktif dalam pembelajaran.

PM bukan suatu pendekatan baru dalam sistem pendidikan di Indonesia. Sejak era 1970-an telah dikenal pendekatan pembelajaran CBSA (Cara Belajar Siswa Aktif), PAKEM (Pembelajaran Aktif, Kreatif, Efektif, dan Menyenangkan), PAIKEM (Pembelajaran Aktif, Inovatif, Kreatif, Efektif, dan Menyenangkan) hingga pendekatan pembelajaran berdiferensiasi baik dalam pembelajaran intrakurikuler maupun P5 dalam Kurikulum Merdeka. P5 berfokus pada pengembangan enam dimensi Profil Pelajar Pancasila pada diri siswa (Beriman, Bertakwa kepada Tuhan YME, dan Berakhhlak Mulia; Berkebhinekaan Global; Bergotong Royong; Mandiri; Bernalar Kritis; dan Kreatif) melalui kegiatan projek yang kontekstual dan relevan dengan isu-isu di sekitar siswa. Pendekatan tersebut dirasa masih banyak kendala, baik dalam tataran konsep maupun implementasi. PM sebagai perlengkap pendekatan pembelajaran dan tidak mengantikan pendekatan pembelajaran yang selama ini diterapkan. Gambar 1 menjelaskan empat elemen (komponen) utama yang saling terkait dan berperan sebagai pendorong utama (enablers) untuk mengembangkan kompetensi murid melalui pembelajaran mendalam.



**Gambar 1.** Empat Komponen *Deep Learning*

Penjelasan tiap bagian pada gambar 1 adalah sebagai berikut:

1. *Learning Partnerships* (Kemitraan Pembelajaran)

Kemitraan pembelajaran membentuk hubungan yang dinamis antara guru, peserta didik, orang tua, komunitas, dan mitra profesional.

2. *Learning Environments* (Lingkungan Pembelajaran)

Merujuk pada penciptaan suasana belajar yang aman, inklusif, fleksibel, dan mendukung eksplorasi serta kreativitas. Lingkungan ini harus merangsang keterlibatan dan rasa ingin tahu siswa. Lingkungan pembelajaran menekankan integrasi antara ruang fisik, ruang virtual, dan budaya belajar untuk mendukung PM.

3. *Leveraging Digital* (Pemanfaatan Teknologi Digital)

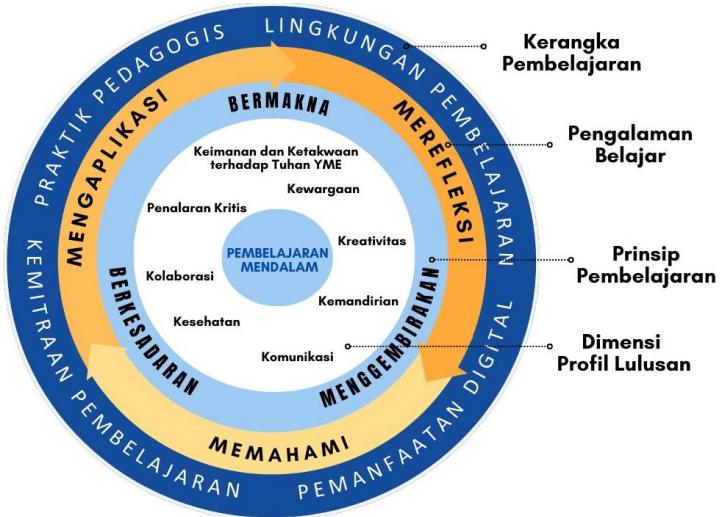
Peran teknologi digital tidak terbatas hanya sebagai alat presentasi dan penyedia informasi (misalnya menampilkan materi, video, dan mencari informasi), namun juga berperan sebagai alat kolaborasi (misalnya melalui platform workspace atau platform e-learning), serta merupakan media yang mendukung eksplorasi dan inovasi peserta didik sehingga mereka mampu memilih dan menyaring informasi secara kritis.

4. *Pedagogical Practices* (Praktik Pedagogis)

Upaya guru mewujudkan PM dengan berfokus pada pengalaman belajar peserta didik yang autentik, mengutamakan praktik nyata, mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi. Strategi yang dapat digunakan seperti Pembelajaran Berbasis Inkuiri, Pembelajaran Berbasis Proyek, Pembelajaran Berbasis Masalah, Pembelajaran Kolaboratif, Pembelajaran berbasis Pemikiran Desain (Design Thinking), STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematic), SETS (Science, Environment, Technology, and Society), dan sebagainya

Menurut Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan (2024), PM merupakan pusat dari keseluruhan kerangka, yaitu tujuan utama pengembangan kompetensi murid yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, kesadaran global, serta karakter.

Gambar 2. menjelaskan bahwa PM tidak terjadi begitu saja, tetapi perlu didukung oleh praktik pedagogis yang tepat, lingkungan belajar yang kondusif, pemanfaatan digital, dan kemitraan pembelajaran yang kuat.



**Gambar 2.** Kerangka kerja PM

Kompetensi peserta didik yang diharapkan dengan penerapan pendekatan *deep learning* ialah 6C:

1. *Character* (karakter), yaitu upaya mengembangkan tanggung jawab, empati, dan integritas.
2. *Citizenship* (kewarganegaraan global), yaitu memahami dan berkontribusi pada isu-isu lokal dan global.
3. *Collaboration* (kolaborasi) atau bekerja sama dengan orang lain untuk mencapai tujuan bersama.
4. *Communication* (komunikasi) merupakan penyampaian ide secara efektif.
5. *Creativity* (kreativitas) adalah berpikir inovatif dan menciptakan solusi baru.
6. *Critical Thinking* (berpikir kritis) yaitu menganalisis informasi untuk membuat keputusan yang tepat.

PM merupakan pendekatan yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran 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.

Adapun prinsip pembelajaran PM menurut Kemendikdasmen (2025) adalah sebagai berikut:

1. Berkesadaran (*mindful*)

Prinsip berkesadaran telah diperkenalkan oleh Langer (1997). Pembelajaran tidak hanya melibatkan pemahaman informasi, tetapi juga bagaimana individu terlibat sepenuhnya secara mental dan fisik dalam proses pembelajaran, membuka diri terhadap pengalaman baru, dan berpikir dengan cara yang lebih terbuka dan fleksibel. Prinsip berkesadaran ini relevan dengan PM sebagai pemikiran yang berkelanjutan sebagai pendekatan holistik untuk mengaitkan konten pembelajaran dengan intelektual, emosi dan nilai-nilai (Hermes & Rimanoczy, 2018). Pembelajaran mendalam memberikan peluang keterlibatan peserta didik secara aktif, menstimulasi refleksi dalam pembelajaran, dan aplikasi pengetahuan yang lebih global (Fullan *et al.*, 2018). Hal ini selaras dengan prinsip berkesadaran dalam melibatkan peserta didik baik sebagai individu ataupun anggota masyarakat. Pembelajaran yang berkesadaran merupakan pelibatan peserta didik secara menyeluruh dalam proses pembelajaran, meningkatkan kesadaran berpikir, perasaan, dan lingkungan sekitarnya. (Bentz, 1992) menyampaikan bahwa PM menstimulasi proses emosional, intelektual, mental, fisik, sosial dan personal peserta didik. Pengalaman belajar peserta didik yang diperoleh ketika mereka memiliki kesadaran untuk menjadi pembelajar yang aktif dan mampu meregulasi diri. Peserta didik memahami tujuan pembelajaran, termotivasi secara intrinsik untuk belajar, serta aktif mengembangkan strategi belajar untuk mencapai tujuan.

2. Bermakna (*meaningful*)

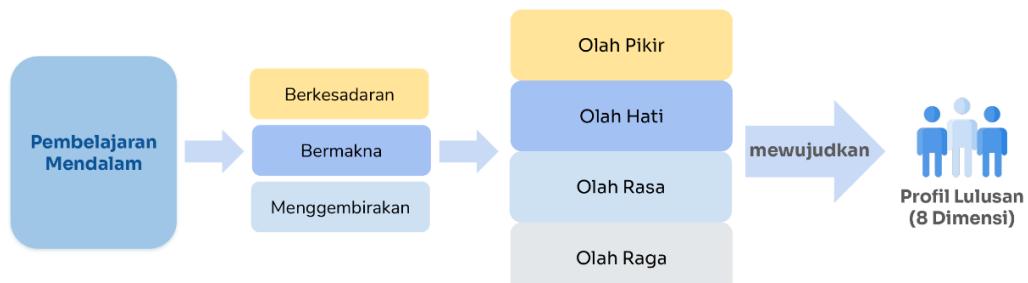
Pembelajaran bermakna telah diperkenalkan oleh Ausubel (1963), pembelajaran bermakna akan lebih efektif jika informasi baru yang dipelajari dapat dikaitkan dengan pengetahuan atau pengalaman yang sebelumnya sudah dimiliki oleh siswa. Prinsip ini relevan dengan PM sebagai cara untuk

memahami makna, sehingga meningkatkan efisiensi dan retensi jangka panjang (Kovač *et al.*, 2023). Pembelajaran bermakna terjadi ketika peserta didik dapat mengaitkan informasi baru dengan pengetahuannya yang akhirnya membentuk pemahaman yang mendalam pada sebuah konsep. Fullan et al. (2018) mengaitkan pembelajaran dengan pembelajaran bermakna pada konteks relevansi aktivitas pembelajaran dengan dunia nyata, mengaitkan kontribusi pengetahuan peserta didik pada berbagai konteks (lokal, nasional, regional, dan global), dan pemanfaatan lingkungan sekitar untuk pembelajaran. Pembelajaran Mendalam memiliki prinsip pembelajaran bermakna karena mengutamakan pemahaman materi secara menyeluruh, tidak sekedar menghafal. Ketika peserta didik terlibat dalam pembelajaran bermakna, peserta didik akan aktif untuk membuat keterkaitan, menganalisis, dan sintesis informasi yang merupakan prinsip PM. Prinsip *meaningful* menjadikan peserta didik dapat menerapkan pengetahuannya ke dalam situasi nyata. Proses belajar peserta didik tidak hanya sebatas memahami informasi/penguasaan konten, namun berorientasi pada kemampuan mengaplikasi pengetahuan.

### 3. Menggembirakan (*joyful*)

Ahli-ahli pendidikan seperti (Dewey, 1938; Gardner, 1983) menekankan bahwa pembelajaran relevan dengan kehidupan nyata individu dan mengutamakan pembelajaran yang aktif serta pengalaman langsung baik secara emosional maupun intelektual. Michael Fullan dalam berbagai tulisannya (2014 dan 2018) tentang PM menyatakan pentingnya menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendalam, bermakna, dan menggembirakan, sehingga peserta didik terlibat dalam proses pembelajaran yang mendalam. Pembelajaran Mendalam akan bermakna untuk individu dalam meningkatkan motivasi dan menyenangkan (Kovač *et al.*, 2025). Pembelajaran yang menggembirakan fokus pada emosi yang positif yang berhubungan dengan proses pembelajaran termasuk rasa ingin tahu, semangat, dan motivasi. Pembelajaran Mendalam mempercepat rasa nyaman karena memberikan tantangan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi ide-ide kompleks.

Ketika peserta didik mengalami belajar yang interaktif, aktif, serta terpusat pada peserta didik, mereka akan termotivasi untuk memahami secara mendalam materi pembelajaran, meningkatkan retensi dan pemahaman. Dalam konteks Indonesia, PM didefinisikan sebagai pendekatan yang memuliakan dengan menekankan pada penciptaan suasana belajar dan proses pembelajaran berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa, dan olah raga secara holistik dan terpadu. Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk belajar secara sadar dan penuh perhatian, menikmati proses pembelajaran dengan antusias dan semangat serta menemukan makna dan relevansi dari apa yang dipelajari terhadap kehidupan mereka. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk terlibat aktif, menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, dan membangun pemahaman yang berdampak jangka panjang. Pembelajaran yang menggembirakan merupakan suasana belajar yang positif, menantang, menyenangkan, dan memotivasi. Rasa senang dalam belajar membantu peserta didik terhubung secara emosional. Ketiga prinsip pembelajaran tersebut di atas dilaksanakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa dan olah raga seperti terlihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Alur kerja PM membentuk profil lulusan

Gambar 3. menjelaskan pandangan Ki Hajar Dewantara tentang empat upaya yang merupakan bagian integral dari pendidikan yang membentuk manusia seutuhnya, sebagaimana diuraikan pada table 1.

**Tabel 1.** Empat upaya membentuk manusia seutuhnya dalam pandangan Ki Hajar Dewantara.

Olah pikir (intelektual)	Olah pikir adalah proses pendidikan yang berfokus pada pengasahan akal budi dan kemampuan kognitif, seperti kemampuan untuk memahami, menganalisa, dan memecahkan masalah. Dengan demikian, olah pikir akan membawa kecerdasan intelek, nalar kritis dan nalar penyelesaian masalah untuk menghasilkan pengetahuan dan penalaran dalam berbagai disiplin dan bidang ilmu.
Olah hati (etika)	Olah hati adalah proses pendidikan untuk mengasah kepekaan batin, membentuk budi pekerti, serta menanamkan nilai-nilai moral dan spiritual. Olah hati berfokus pada pengembangan aspek emosional, etika, dan spiritual peserta didik, sehingga mereka mampu memahami perasaan, memiliki empati, dan menjalankan kehidupan dengan berlandaskan kebenaran, kejujuran, dan kebaikan. Melalui olah hati, peserta didik diarahkan untuk (a) Mengenal dan memahami nilai-nilai kebaikan, (b) Membentuk kesadaran diri akan tanggung jawab moral, (c) Menumbuhkan sikap saling menghormati dan peduli terhadap orang lain; dan (d) Mengembangkan kepekaan spiritual sebagai landasan kehidupan.
Olah rasa (estetika)	Olah rasa adalah proses pendidikan yang bertujuan untuk mengembangkan kepekaan estetika, empati, dan kemampuan menghargai keindahan serta hubungan antarmanusia. Peserta didik diajak untuk mengapresiasi keindahan dalam seni, budaya, dan alam sebagai sarana memperhalus perasaan dan jiwa. Olah rasa membantu peserta didik memahami dan menghargai perasaan orang lain, sehingga tercipta hubungan sosial yang harmonis. Dengan mengasah rasa, seseorang dapat lebih peka terhadap nilai-nilai moral, spiritual, dan kebenaran, menciptakan keharmonisan dalam hidup.
Olah raga (kinestetik)	Olah raga adalah bagian dari pendidikan yang bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan fisik, kekuatan tubuh, serta membentuk karakter melalui kegiatan jasmani. Olah raga tidak hanya berfokus pada kebugaran fisik, tetapi juga pada pengembangan disiplin, ketangguhan, dan kerja sama, yang diperlukan untuk mendukung pendidikan holistik. Ki Hajar Dewantara percaya bahwa kesehatan fisik harus seimbang dengan kesehatan mental, emosional, dan spiritual. Olah raga membantu menciptakan harmoni antara tubuh dan jiwa.

Delapan dimensi profil lulusan adalah sebagai berikut:

1. Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME, berupa keyakinan teguh akan keberadaan Tuhan serta menghayati nilai-nilai spiritual dalam kehidupan sehari-hari.

2. Kewargaan, mencakup rasa cinta tanah air, mentaati aturan dan norma sosial dalam kehidupan bermasyarakat, memiliki kepedulian, tanggungjawab sosial, serta berkomitmen untuk menyelesaikan masalah nyata yang terkait keberlanjutan manusia dan lingkungan.
3. Penalaran kritis, merupakan kemampuan berpikir secara logis, analitis, dan reflektif dalam memahami, mengevaluasi, serta memproses informasi untuk menyelesaikan masalah.
4. Kreativitas, yaitu kemampuan berpikir secara inovatif, fleksibel, dan orisinal dalam mengolah ide atau informasi untuk menciptakan solusi yang unik dan bermanfaat.
5. Kolaborasi, mengarah pada individu yang mampu bekerja sama secara efektif dengan orang lain secara gotong royong untuk mencapai tujuan bersama melalui pembagian peran dan tanggung jawab.
6. Kemandirian, diharapkan peserta didik mampu bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya sendiri dengan menunjukkan kemampuan untuk mengambil inisiatif, mengatasi hambatan, dan menyelesaikan tugas secara tepat tanpa bergantung pada orang lain.
7. Kesehatan, yaitu fisik yang prima,bugar, sehat, dan mampu menjaga keseimbangan kesehatan mental dan fisik untuk mewujudkan kesejahteraan lahir dan batin (well-being).
8. Komunikasi, yaitu kemampuan komunikasi intrapribadi untuk melakukan refleksi dan antarpribadi untuk menyampaikan ide, gagasan, dan informasi baik lisan maupun tulisan serta berinteraksi secara efektif dalam berbagai situasi.

#### 2.1.1.1. Keterkaitan PM dengan Kurikulum, Proses Pembelajaran, dan Asesmen.

Implementasi PM memerlukan penyesuaian kurikulum yang ada saat ini.

Penyesuaian pada kurikulum yang diperlukan untuk menerapkan PM adalah terkait: 1) penajaman materi esensial mata pelajaran, 2) peningkatan keterlibatan belajar peserta didik, 3) pengurangan beban administrasi bagi guru, dan 4) pemanfaatan teknologi, informasi, komunikasi, dan digital. Dengan demikian,

guru memiliki waktu yang cukup untuk mengembangkan berbagai aktivitas pembelajaran yang berorientasi pada profil lulusan.

Pembelajaran Mendalam memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik dengan memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Pengalaman belajar yang diciptakan proses yang dialami individu dalam memperoleh pengetahuan, keterampilan, sikap, atau nilai. Pengalaman ini terjadi di berbagai lingkungan, seperti di sekolah, tempat kerja, rumah, atau dalam kehidupan sehari-hari, dan melibatkan interaksi dengan materi pelajaran, guru, teman sejawat, atau lingkungan. Pengalaman belajar merupakan aktivitas yang diberikan guru dalam PM yang berkaitan dengan taksonomi SOLO (*Structure of Observed Learning Outcomes*), pendapat ini disampaikan oleh Biggs & Collis (1982) dan taksonomi Bloom menurut pendapat Anderson & Krathwohl (2001). Taksonomi SOLO dan taksonomi Bloom (2001) dalam PM dapat dilihat pada tabel 2.

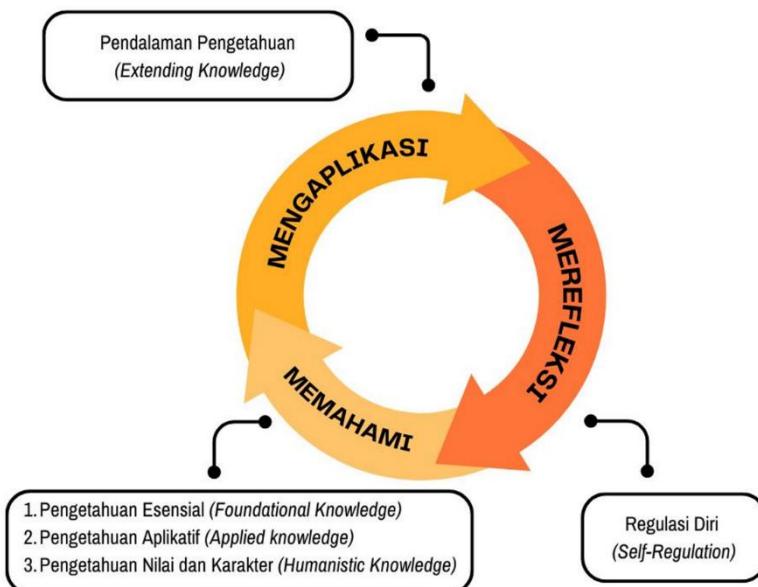
**Tabel 2.** Taksonomi Belajar dalam Pembelajaran Mendalam

Tingkat Pembelajaran		Taksonomi SOLO	Taksonomi Bloom	Pengalaman Belajar PM	Deskripsi
Unggul (Excellence)	Pembelajaran Mendalam	Berpikir Abstrak yang Mendalam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mencipta</li> <li>Mengevaluasi</li> </ul>	Merefleksi	Memperluas dan menerapkan ide
Cakap (Secure)		Relasional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menganalisis</li> <li>Menerapkan</li> </ul>	Mengaplikasi	Menghubungkan ide-ide
Berkembang (Developing)		Multistruktural	Memahami	Memahami	Memiliki banyak ide
Dasar (Foundation)		Unistruktural	Mengingat		Mengingat kembali
Belum Berkembang (Incompetence)		Prastruktural			

Relasional: Menghubungkan berbagai aspek secara kohesif; (5). Berpikir abstrak yang mendalam: Menerapkan pemahaman dalam konteks baru.

Pengalaman belajar dalam PM dimulai pada aspek memahami yang relevan dengan taksonomi SOLO pada tahapan unistruktural dan multistruktural dan mengingat dan memahami pada taksonomi Bloom. Pada tahap memahami ini,

peserta didik akan mengingat kembali pengetahuannya dan memiliki banyak ide. Selanjutnya pada aspek mengaplikasi dan merefleksi dimulai pada aspek relasional dan berpikir abstrak yang mendalam pada taksonomi SOLO dan menerapkan, menganalisis, mencipta dan mengevaluasi pada taksonomi Bloom, sehingga peserta didik memiliki kemampuan untuk menghubungkan ide-ide serta memperluas dan menerapkan ide tersebut, sebagaimana terlihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Pengalaman Belajar pada PM

Gambar 4. menjelaskan tentang pengalaman belajar PM yang diciptakan melalui proses memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Ketiga pengalaman tersebut dapat diuraikan pada table 3 sebagai berikut.

**Tabel 3.** Pengalaman Belajar dalam PM

Memahami	Mengetahui dalam pendekatan PM adalah fase awal pembelajaran yang bertujuan membangun kesadaran peserta didik terhadap tujuan pembelajaran, mendorong peserta didik untuk aktif mengkonstruksi pengetahuan agar peserta didik dapat memahami secara mendalam konsep atau materi dari berbagai sumber dan konteks. Jenis pengetahuan pada fase ini terdiri dari pengetahuan esensial, pengetahuan aplikatif, dan pengetahuan nilai dan karakter. Guru memberikan pengetahuan yang esensial dan diaplikasikan dalam berbagai konteks, dengan mengintegrasikan dengan nilai dan karakter.
----------	--

	<p>Setelah memperoleh pengetahuan, tahap ini mendorong peserta didik untuk memahami informasi yang diperolehnya. Dengan pendekatan aktif dan konstruktif, peserta didik tidak hanya menerima pengetahuan secara pasif, sehingga membentuk fondasi pemahaman yang menjadi dasar untuk mengaplikasi pengetahuan dalam situasi kontekstual atau tahapan selanjutnya.</p>
Mengaplikasi	<p>Mengaplikasi merupakan pengalaman belajar yang menunjukkan aktivitas peserta didik mengaplikasikan pengetahuan secara kontekstual. Pengetahuan yang diperoleh peserta didik pada tahapan memahami diaplikasikan sebagai proses perluasan pengetahuan. Tahapan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan baik secara individu maupun kolaboratif. Pendalaman pengetahuan ini dilakukan dalam bentuk pengalaman belajar pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan lain lain. Pengaplikasian pengetahuan ini mengimplementasikan kebiasaan pikiran dalam mengaplikasi pengetahuan yang melibatkan penerapan pola pikir yang mendukung proses belajar, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan secara efektif. Peserta didik melakukan praktik pemecahan masalah/isu yang kontekstual dan memberikan pengalaman nyata peserta didik. Guru menghadirkan isu/masalah dalam konteks lokal/ nasional/ global atau di dalam dunia profesional. Pendekatan multidisiplin dan interdisiplin antar materi pelajaran berperan penting pada tahapan ini. Pada tahap ini, peserta didik membangun solusi kreatif dan inovatif dalam pemecahan masalah konkret, yang hasilnya dapat berupa produk/ kinerja peserta didik. Keterlibatan peserta didik ini dapat memberikan manfaat tidak hanya keterampilan akademik namun juga keterampilan hidup sehingga menumbuhkan kedulian atas perannya sebagai bagian dari lingkungan sosial.</p>
Merefleksi	<p>Merefleksi merupakan proses saat peserta didik mengevaluasi dan memaknai proses serta hasil dari tindakan atau praktik nyata yang telah mereka lakukan. Refleksi ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tujuan pembelajaran tercapai, serta mengeksplorasi kekuatan, tantangan, dan area yang perlu diperbaiki. Tahap refleksi melibatkan regulasi diri sebagai kemampuan individu untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri, meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi terhadap cara belajar mereka. Regulasi diri memungkinkan siswa untuk mengambil tanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri, meningkatkan motivasi intrinsik, dan mencapai tujuan belajar secara efektif. Dalam proses ini, peserta didik menerima umpan balik yang spesifik dan relevan dari guru, teman seaya, komunitas, atau pihak terkait untuk membantu mereka meningkatkan kompetensi. Refleksi dilakukan secara personal untuk pengembangan diri dan</p>

---

secara kontekstual untuk memahami kontribusi dan peran mereka dalam lingkungan sosial. Dengan refleksi yang efektif, peserta didik tidak hanya menyadari keberhasilan dan kekurangannya, tetapi juga mampu merumuskan langkah-langkah konkret untuk perbaikan di masa depan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berkelanjutan.

---

Karakteristik kurikulum yang digunakan dalam implementasi PM adalah sebagai berikut.

1. Dinamis, Fleksibel, dan Responsif.
2. Berpusat pada Peserta Didik, mendukung pengembangan potensi setiap individu dan memungkinkan mereka belajar sesuai dengan gaya serta ritme masing-masing.
3. Pembelajaran Terpadu multidisiplin dan antardisiplin agar peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan antar bidang ilmu dan menerapkannya dalam kehidupan masyarakat
4. Relevan dan Peduli dengan Kehidupan Masyarakat, Kurikulum memuat substansi pelajaran terkait dengan isu-isu dan tantangan kehidupan.
5. Pengembangan Keterampilan Tingkat Tinggi seperti kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, dan berpikir kritis
6. Pemanfaatan Teknologi Digital

Keterampilan umum (*generic skills*) seperti berpikir kritis dan keterampilan penyelesaian masalah adalah kunci pada PM dan dapat digunakan untuk organisasi kurikulum. PM berkaitan erat dengan teori belajar konstruktivisme yang menguatkan proses pembelajaran dan interaksi dengan orang lain (Abbott *et al.*, 2009). Pembelajaran Mendalam terjadi ketika peserta didik ditantang dan dimotivasi dengan permasalahan dunia nyata yang menggunakan pengetahuan antardisiplin dapat melalui pendekatan pembelajaran inkuiiri (Bolstad *et al.*, 2012; Fullan, Quinn, & McEachen, 2018).

## 2.1.2 Modul Ajar pada Kurikulum Merdeka

Modul ajar memiliki peran kunci dalam membantu pendidik mendesain pembelajaran, ketika desain aktivitas-aktivitas pembelajaran dalam suatu modul didasarkan pada pengembangan kecakapan abad 21, aktivitas-aktivitas tersebut akan potensial diterapkan dalam suatu pembelajaran (Nesri & Kristanto, 2020). Rencana pembelajaran yang termuat dalam modul ajar dirancang untuk memandu pendidik melaksanakan pembelajaran sehari-hari untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran.

### 1. Capaian Pembelajaran (CP)

CP adalah kompetensi pembelajaran yang harus dicapai peserta didik di akhir setiap fase pembelajaran. CP ini mencakup berbagai aspek, mulai dari pengetahuan, keterampilan, hingga sikap yang diharapkan dapat dikuasai oleh siswa. CP 2025 dirancang untuk memastikan bahwa pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga mengintegrasikan keterampilan dan sikap yang relevan dengan kebutuhan masa depan. Sebagai acuan untuk pembelajaran intrakurikuler, CP dirancang dan ditetapkan dengan berpijak pada Standar Nasional Pendidikan terutama Standar Isi. Oleh karena itu, pendidik yang merancang pembelajaran dan asesmen Mata Pelajaran tidak perlu lagi merujuk pada dokumen Standar Isi, cukup mengacu pada CP. Untuk Pendidikan dasar dan menengah, CP disusun untuk setiap mata pelajaran (Pusat Informasi Guru Kemendikbudristek, 2023).

CP bukan hanya deskripsi materi, tetapi menyatakan apa yang diharapkan siswa dapat tahu, mampu lakukan, dan sikap yang terbentuk ketika menyelesaikan fase tertentu. Namun demikian, sebagai kebijakan tentang target pembelajaran yang perlu dicapai setiap peserta didik, CP tidak cukup konkret untuk memandu kegiatan pembelajaran sehari-hari. Oleh karena itu pengembang kurikulum operasional ataupun pendidik perlu menyusun dokumen yang lebih operasional yang dapat memandu proses pembelajaran intrakurikuler, yang dikenal dengan istilah tujuan pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran. Pengembangan alur tujuan pembelajaran dijelaskan lebih terperinci dalam Panduan Pembelajaran dan

Asesmen (Pusat Kurikulum dan Pembelajaran (Puskurjar), 2023). Beberapa poin penting mengenai struktur dan fase CP:

- a. CP dibagi berdasarkan fase perkembangan peserta didik, untuk pendidikan dasar dan menengah. CP terdiri dari fase A hingga fase F.
- b. Dokumen CP tiap mata pelajaran, mengandung beberapa bagian, yaitu rasional mata pelajaran, tujuan, karakteristik, serta capaian per fase.
- c. CP menjadi “masukan kurikulum” bagi satuan pendidikan dalam merancang pembelajaran agar sesuai dengan target kompeten.

## 2. Modul Ajar atau Perencanaan Pembelajaran Mendalam (PPM)

Modul ajar dalam kurikulum merdeka merupakan pedoman bagi pendidik untuk menyelenggarakan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Menurut Aransyah et al. (2023), modul ajar merupakan implementasi dari Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang dikembangkan dari Capaian Pembelajaran (CP). Modul ajar disusun sesuai dengan fase atau tahap perkembangan peserta didik, mempertimbangkan apa yang akan dipelajari dengan tujuan pembelajaran, dan berbasis perkembangan jangka panjang. Komponen modul ajar sesuai dengan Permendikbudristek nomor 56/M/2022 yang dimaksud tertera pada Tabel 4

**Tabel 4.** Komponen Minimum Modul Ajar

<b>Komponen minimum dalam modul ajar</b>
1. Tujuan pembelajaran (salah satu dari tujuan dalam alur tujuan pembelajaran).
2. Langkah-langkah atau kegiatan pembelajaran. Biasanya untuk satu tujuan pembelajaran yang dicapai dalam satu atau lebih pertemuan. Rencana asesmen untuk di awal pembelajaran beserta instrumen dan cara penilaianya.
3. Rencana asesmen di akhir pembelajaran untuk mengecek ketercapaian tujuan pembelajaran beserta instrumen dan cara penilaianya.
4. Media pembelajaran yang digunakan, termasuk, misalnya bahan bacaan yang digunakan, lembar kegiatan, video, atau tautan situs web yang perlu dipelajari peserta didik.

Tabel 4. menunjukkan komponen yang harus ada (komponen minimum) dalam modul ajar dan dapat ditambahkan dengan komponen lainnya sesuai dengan kebutuhan pendidik, peserta didik, dan kebijakan satuan pendidikan. Pada

Pembelajaran mendalam, istilah modul ajar sering digantikan oleh Perencanaan Pembelajaran Mendalam (PPM). Perencanaan yang efektif tidak hanya mencakup integrasi kurikulum yang relevan, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang mendorong siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Perencanaan pembelajaran merujuk pada langkah-langkah terstruktur untuk mengenali, mengembangkan, dan mengevaluasi sejumlah materi dan strategi pembelajaran dengan tujuan mencapai hasil pembelajaran yang diinginkan (Nasution, 2017). Perencanaan pembelajaran merupakan hal terpenting dalam menciptakan tempat belajar yang efektif dan menarik, dimana siswa tidak hanya menerima pengetahuan, tetapi juga pendidik mendorong mereka untuk berpartisipasi secara aktif dan mengembangkan kreativitas mereka (Sabina Khairunnisa *et al.*, 2023). Komponen PPM terdiri atas beberapa komponen sebagaimana tercantum pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Komponen PPM

Data (1)	Identifikasi (2)	Desain Pembelajaran (2)	Lampiran (3)
1. Jenjang/Satuan Pendidikan	1. Peserta didik 2. Materi pelajaran 3. Dimensi profil lulusan	1. Capaian Pembelajaran 2. Lintas Disiplin Ilmu 3. Tujuan Pembelajaran 4. Alur Tujuan 5. Topik Pembelajaran 6. Praktik Pedagogis 7. Kemitraan Pembelajaran 8. Lingkungan Pembelajaran 9. Pemanfaatan Digital 10. Media Pembelajaran	1. LKPD 2. <i>Handout</i> 3. Pengayaan dan remedial 4. Bahan bacaan pendidik dan peserta didik 5. Glosarium 6. Daftar pustaka
2. Fase/Tingkat			
3. Semester/Tahun Pelajaran			
4. Mata Pelajaran			
5. Elemen			
6. Guru Mata Pelajaran			
7. Jumlah Pertemuan			
8. Alokasi Waktu			

### 3. Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan segala bahan informasi, alat, maupun teks yang disusun secara sistematis dan utuh berdasarkan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik dan digunakan dalam pembelajaran. Contoh bahan ajar, diantaranya buku

pelajaran, modul, *handout*, LKS atau LKPD, model atau maket, bahan ajar audio, bahan ajar interaktif, dan sebagainya (Prastowo, 2012:7).

Menurut (Akbar, 2013), bahan ajar dikatakan baik apabila memenuhi syarat: (1) akurat, artinya memenuhi aspek kecermatan penyajian, benar dalam memaparkan hasil penelitian dan tidak salah mengutip pendapat pakar; (2) sesuai, antara kompetensi yang harus dikuasai dengan cakupan isi, kedalaman pembahasan, dan kompetensi pembaca; (3) komunikaif, yaitu mudah dicerna pembaca, sistematis, jelas, dan tidak mengandung kesalahan bahasa; (4) lengkap dan sistematis, yaitu menyebutkan kompetensi yang harus dikuasai pembaca, memberikan manfaat pentingnya penguasaan kompetensi bagi kehidupan pembaca, menyajikan daftar isi dan menyajikan daftar pustaka, serta menguraikan materi dengan sistematis, mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks; (5) berorientasi pada peserta didik, yaitu mendorong rasa ingin tahu peserta didik, terjadinya interaksi antar peserta didik dengan sumber belajar, merangsang peserta didik membangun pengetahuan sendiri, menyemangati peserta didik belajar secara berkelompok, dan menggiatkan peserta didik mengamalkan isi bacaan; (6) berpihak pada ideologi bagsa dan Negara, yaitu mendukung ketakwaan pada Tuhan, mendukung pertumbuhan nilai kemanusiaan, mendukung akan kesadaran kemajemukan masyarakat, mendukung tumbuhnya rasa nasionalisme, mendukung tumbuhnya kesadaran hukum, dan mendukung cara berfikir kritis; (7) kaidah bahasa yang benar, yaitu menggunakan ejaan, stilah, dan struktur kalimat yang tepat; serta (8) terbaca, yaitu mengandung panjang kalimat dan struktur kalimat sesuai pemahaman pembaca. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini, meliputi LKPD dan *Handout*.

#### a. LKPD

Peserta didik akan lebih aktif dalam pembelajaran apabila pendidik dapat menggunakan model pembelajaran serta bahan ajar yang sesuai. Salah satu bahan ajar yang sering digunakan adalah LKPD. Penggunaan LKPD yang mengadopsi model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) digunakan untuk memfokuskan pada peran produk sebagai bagian integral dalam proses pemahaman konsep. Melalui

kegiatan eksplorasi, peserta didik diarahkan untuk menemukan konsep yang relevan. Sesuatu yang dipelajari tersebut sangat beragam, seperti melakukan percobaan, melakukan pengamatan, menuliskan hasil pengamatan, menganalisis data hasil pengukuran, dan menarik kesimpulan (Depitasari *et al.*, 2021). Metode pembelajaran yang tepat apabila dipasangkan dengan pertanyaan yang dirancang dengan baik di lembar kerja dapat menarik minat peserta didik (Lee, 2014; Ringo *et al.*, 2023).

Penggunaan LKPD diharapkan dapat membuat peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran serta mampu meningkatkan efektifitas dan kelancaran proses pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Salah satu cara mencapai kompetensi dalam pembelajaran adalah dengan menggunakan LKPD yang telah disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dalam mata pelajaran, yakni dengan menerapkan pembelajaran yang meliputi proses-proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi. LKPD disusun dengan memperhatikan tiga persyaratan kualitas yaitu aspek didaktik, aspek konstruksi, dan aspek teknik serta minat peserta didik terhadap produk LKPD yang dikembangkan (Nizaar, 2022).

Tiga persyaratan kualitas penyusunan LKPD adalah syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknik. Syarat didaktik mengatur tentang penggunaan LKPD yang bersifat universal dapat digunakan dengan baik untuk peserta didik yang lamban ataupun yang pandai, dan lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, sehingga diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Sedangkan syarat konstruksi berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam LKPD. Selanjutnya, syarat teknis menekankan pada penyajian LKPD, yaitu berupa tulisan, gambar dan penampilannya dalam LKPD. Komponen LKPD menurut Firdaus & Wilujeng (2018) dimulai dengan lembar cover, berisi halaman judul, kata pengantar, petunjuk pembelajaran, daftar isi, pendahuluan, isi, penutup, daftar pustaka atau bibliografi, dan lampiran; mempunyai kegiatan atau aktivitas yang harus

dikerjakan peserta didik; serta digunakan pendidik sebagai media dalam proses pembelajaran. Fungsi pembuatan LKPD menurut Lathifah *et al.* (2021), yaitu: 1) sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik namun lebih mengaktifkan peserta didik; 2) sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan; 3) sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih; 4) memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik. Berdasarkan beberapa kajian pustaka tentang LKPD tersebut maka peneliti mengembangkan desain LKPD sesuai dengan persyaratan kualitas, komponen komponen LKPD, dan fungsi LKPD dengan desain pengembangan sesuai tahapan aktivitas pada model pembelajaran PjBL-STEM (Laboy-Rush, 2010) yang mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik dengan pembelajaran berdiferensiasi.

b. *Handout*

*Handout* diartikan sebagai bahan pembelajaran yang sangat ringkas dan memudahkan peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran (Prastowo, 2012:78). *Handout* bersumber dari beberapa literatur yang relevan terhadap kompetensi dasar dan materi pokok yang diajarkan kepada peserta didik. Adapun fungsi *handout* bagi kegiatan pembelajaran, yaitu: (1) membantu peserta didik agar tidak perlu mencatat, (2) sebagai pendamping penjelasan pendidik, (3) sebagai bahan rujukan peserta didik, (4) memotivasi peserta didik agar lebih giat belajar, (5) pengingat pokok-pokok materi yang diajarkan; (6) memberi umpan balik; serta (7) menilai hasil belajar (Prastowo, 2012).

### **2.1.3 Education for Sustainable Development (ESD)**

*Education for Sustainable Development* (ESD) adalah kerangka pendidikan yang memprioritaskan pembelajaran tentang bagaimana menciptakan masyarakat yang berkelanjutan, di mana kebutuhan generasi saat ini dapat terpenuhi tanpa mengorbankan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Pendidikan berkelanjutan ini memberikan pemahaman tentang bagaimana

mempertahankan dan meningkatkan kualitas hidup kita, sambil memperhatikan keberlanjutan bumi (UNESCO, 2020)

Menurut (Schmelzing, 2010), ESD adalah sebuah konsep pembelajaran yang membantu peserta didik memahami hubungan antara manusia dengan lingkungan dan bagaimana tindakan kita saat ini memengaruhi keberlanjutan bumi. ESD mengajarkan peserta didik tentang solusi berkelanjutan, seperti energi terbarukan, pengelolaan limbah, dan pertanian berkelanjutan, serta menumbuhkan kemampuan kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah terkait lingkungan. Implementasi *ESD* telah terbukti secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi pemahaman keberlanjutan individu, kesadaran keberlanjutan, dan sikap terkait pembangunan berkelanjutan, efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik, meningkatkan hasil belajar dan efikasi diri peserta didik (Cahyono *et al.*, 2021), meningkatkan kebiasaan berpikir (Gloria *et al.*, 2020), membangkitkan motivasi internal (Gamal Ahmed Labib al-Tonsi, 2019), serta mengembangkan empati dan rekognisi diri (Ozyurt *et al.*, 2021).

Pada penelitian ini, topik ESD yang dimasukan ke dalam pembelajaran merupakan bagian dari Capaian Pembelajaran pada Fase E untuk Kurikulum Merdeka pada mata pelajaran IPAS. Aspek yang dipilih adalah energi dan perubahannya, dengan tema Membangun Pembangkit Listrik dengan Menggunakan Induksi Elektromagnetik sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan, di mana peserta didik akan melakukan identifikasi masalah kebutuhan energi di sekitar lingkungan, menjelaskan potensi sumber energi di sekitar lingkungan, merencanakan purwarupa sebagai solusi masalah ketersediaan energi, membuat purwarupa pembangkit energi sederhana, mengomunikasikan purwarupa secara lisan, tulisan, dan kegiatan, serta merefleksikan kegiatan pembuatan purwarupa. Adapun uraian tentang Elemen Capaian Pembelajaran, Tujuan Pembelajaran, Indikator Tujuan Pembelajaran terdapat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Analisis Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Elemen Capaian Pembelajaran (1)	Tujuan Pembelajaran (2)	Indikator Tujuan Pembelajaran (3)
a) <b>Menjelaskan fenomena secara ilmiah.</b>  Peserta didik diharapkan dapat memahami pengetahuan ilmiah dan menerapkannya; atau membuat prediksi sederhana disertai dengan pembuktianya. Peserta didik menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek seperti makhluk hidup dan lingkungannya; zat dan perubahannya; energi dan perubahannya; bumi dan antariksa; keruangan dan koneksi antar ruang dan waktu; interaksi, komunikasi, sosialisasi, institusi sosial dan dinamika sosial; serta perilaku ekonomi dan kesejahteraan. Peserta didik juga mengaitkan fenomena-fenomena tersebut dengan keterampilan teknis pada bidang keahliannya.	b) Memahami dampak yang diakibatkan oleh pemakaian sumber daya alam yang tidak dikelola dengan baik.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. mengidentifikasi masalah kebutuhan energi di sekitar lingkungan;</li> <li>2. menjelaskan potensi sumber energi di sekitar lingkungan;</li> <li>3. menjelaskan prinsip dasar induksi elektromagnetik sebagai salah satu alternatif pembangkit listrik sederhana yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>4. merencanakan prototipe sebagai solusi masalah ketersediaan energi dengan memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik;</li> <li>5. membuat prototipe pembangkit energi sederhana;</li> <li>6. mengomunikasikan prototipe secara lisan dan tulisan;</li> <li>7. merefleksikan kegiatan pembuatan prototipe.</li> </ol>
b) <b>Mendesain dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah.</b>  Peserta didik dapat menentukan dan mengikuti prosedur yang tepat untuk melakukan penyelidikan ilmiah, menjelaskan cara penyelidikan yang tepat bagi suatu pertanyaan ilmiah, serta diharapkan dapat mengidentifikasi kekurangan atau kesalahan pada desain percobaan ilmiah.		
c) <b>Menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah.</b>  Peserta didik dapat menerjemahkan data dan bukti dari berbagai sumber untuk membangun sebuah argumen serta dapat mempertahankannya dengan penjelasan ilmiah. Peserta didik diharapkan dapat mengidentifikasi kesimpulan yang benar diambil dari tabel hasil, grafik, atau sumber data lain. Peserta didik merencanakan dan melaksanakan aksi sebagai tindak lanjut, mengkomunikasikan proses dan hasil pembelajarannya, melakukan refleksi diri terhadap tahapan kegiatan yang dilakukan.		

## 2.1.4 Mata pelajaran Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS)

Mata pelajaran Projek IPAS bertujuan untuk membekali siswa dengan dasar-dasar pengetahuan, keterampilan, dan sikap (*hard skills dan soft skills*). Penggunaan kata projek dalam buku siswa maupun buku guru didasarkan pada Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kemendikbudristek, Nomor 033/H/KR/2022. Ragam aktivitas dalam Projek IPAS diharapkan memberi pengalaman belajar yang autentik untuk peserta didik. Melalui pengalaman belajar autentik tersebut diharapkan setiap peserta didik terlatih untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Implikasinya siswa secara personal memiliki bekal menghadapi kehidupannya dan menjadi bagian dari sumber daya manusia Indonesia yang berkualitas dan berdaya saing. Arah pembangunan sumber daya manusia Indonesia yang berkualitas dan berdaya saing tersebut sejalan dengan salah satu agenda dari tujuh agenda pembangunan nasional Indonesia 2020–2024 (Perpres RI Nomor 18 Tahun 2020).

### a. Karakteristik Mata Pelajaran Projek IPAS

Mata pelajaran Projek IPAS merupakan salah satu mata pelajaran kejuruan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pada kurikulum merdeka. Capaian Pembelajaran Projek IPAS terdiri dari tiga elemen kompetensi yang mengacu pada kompetensi literasi saintifik, yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, mendesain dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah. Kemampuan-kemampuan ini tidak dapat dicapai melalui cara-cara pembelajaran *teacher-centered*. Mata pelajaran Projek IPAS memiliki objek kajian berupa benda konkret yang terdapat di alam dan dikembangkan berdasarkan pengalaman empirik, yaitu pengalaman nyata yang dirasakan oleh setiap orang dan memiliki langkah-langkah sistematis serta menggunakan cara berpikir yang logis. Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial dikemas dalam bentuk projek (project-based learning) yang mengintegrasikan beberapa elemen konten/materi. Tiap projek dilaksanakan untuk mencapai elemen kompetensi Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial yang terdiri dari

tiga elemen literasi saintifik dan dikontekskan dengan karakteristik masing-masing bidang keahlian. Dalam satu tema, dapat memuat beberapa projek sesuai dengan lingkup atau keluasan suatu materi. Model pembelajaran PjBL-STEM dipilih sebagai kerangka yang digunakan untuk mengembangkan program pembelajaran Projek IPAS. PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan siswa memecahkan masalah (Rusydan dan Sujatmiko, 2021). Karakteristik pembelajaran PjBL menurut Le (2018) menekankan pada interdisipliner, aktivitas siswa secara kolaborasi dan kerja kelompok, dan melibatkan guru dan siswa dalam sebuah projek hingga dihasilkan produk akhir. Berdasarkan karakteristik tersebut, siswa harus memutuskan topik, metode, dan menentukan kebutuhan belajar mereka sendiri.

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

Pembelajaran dengan menggunakan projek sebagai metode pembelajarannya disebut dengan model pembelajaran *Project Based Learning*, yang selanjutnya disebut PjBL (Anggriani *et al.*, 2019; Handayani *et al.*, 2021; Husna & Cahyono, 2018). PjBL adalah salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam rangka meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran berlangsung (Rahmania, 2021). PjBL juga dapat menciptakan motivasi belajar peserta didik dan minat terhadap proses belajar (Handayani *et al.*, 2021). Pendapat serupa menyatakan bahwa PjBL-STEM dapat meningkatkan minat dan prestasi belajar peserta didik (Diana *et al.*, 2021; Samsudin & Liliawati, 2022) dan menunjukkan bahwa PjBL-STEM dapat mengembangkan keterampilan abad ke-21 (Baran *et al.*, 2021; Rahmania, 2021). PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kemampuan siswa memecahkan masalah (Rusydan & Sujatmiko, 2021).

Karakteristik pembelajaran PjBL menurut Thi-Kim Le Ho Chi (2018) menekankan pada interdisipliner, aktivitas siswa secara kolaborasi dalam

kelompok, melibatkan guru dan siswa dalam sebuah projek hingga dihasilkan produk akhir. Berdasarkan karakteristik tersebut, siswa harus memutuskan topik, metode, dan menentukan kebutuhan belajar mereka sendiri. Produk yang dihasilkan dalam PjBL merupakan kontribusi bersama sehingga siswa memiliki pengalaman belajar dengan refleksi aktif dan keterlibatan secara sadar (Kokotsaki *et al.*, 2016). Keuntungan model PjBL yaitu siswa akan mudah memahami materi yang telah dipelajari dan akan disimpan dalam memori jangka panjang diyakini dapat meningkatkan kemampuan siswa dengan mengajukan pertanyaan berdasarkan yang siswa lihat, dengar atau baca (Alamsyah Yunus *et al.*, 2016; Cintang *et al.*, 2017; Umar, 2016). Dengan demikian menurut Afriana *et al.* (2016), PjBL adalah model pembelajaran berpusat pada siswa yang memberikan pengalaman belajar yang signifikan. Sejalan dengan pernyataan di atas, Markula & Aksela (2022), menyatakan bahwa PjBL mengacu pada pembelajaran yang berorientasi pada masalah dan berpusat pada siswa yang diorganisir berdasarkan proyek. Artinya, pembelajaran keterampilan dan konten baru yang diharapkan terjadi melalui proyek yang dilakukan siswa dalam kelompok. Dibandingkan dengan pengajaran tradisional yang dipimpin guru, PjBL terbukti menghasilkan prestasi akademik yang lebih baik (Carter, 2016; Karaçalli & Korur, 2014; Rehman *et al.*, 2024; Yao *et al.*, 2019).

Penerapan model PjBL terus mengalami perkembangan, salah satunya pengintegrasian PjBL dengan suatu pendekatan. Salah satu pendekatan yang dapat diintegrasikan dengan PjBL adalah pendekatan STEM (*Science, Technologi, Engineering, and Mathematics*). Keyakinan bahwa semua pendidikan sejati muncul melalui pengalaman tidak berarti bahwa semua pengalaman itu benar-benar mendidik. Model pembelajaran PjBL-STEM membutuhkan guru yang profesional dan terampil untuk merancang pengalaman belajar yang memaksimalkan potensi siswa. Guna merancang PjBL-STEM yang efektif, guru harus mengembangkan profesionalitasnya untuk mempelajari bagaimana merancang kegiatan pembelajaran berdasarkan pengalaman yang berkualitas (Capraro & Slough, 2013).

Pembelajaran STEM membuat peserta didik berpengalaman dalam memecahkan masalah karena peserta didik diberi kebebasan untuk merancang. Peserta didik lebih mudah mengingat dan menguasai teknologi. Menurut Astuti *et al.* (2019) jika peserta didik terbiasa mengintegrasikan masalah dengan STEM dapat membantu peserta didik berpikir secara kritis, logis, dan sistematis. Selain itu, melalui pendekatan STEM, proses pembelajaran dapat dirancang untuk menghadirkan suasana belajar yang mampu meningkatkan pengetahuan, motivasi, kreativitas, dan inovasi baru. Hasil penelitian lainnya menurut (Tan *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa STEM berpotensi menjadikan peserta didik berperan dalam pemecahan masalah, inventor, inovator, serta memiliki kesadaran tentang manfaat teknologi, dan mampu berpikir logis. Pembelajaran STEM diterapkan dengan baik dan didesain dalam pembelajaran yang tepat, peserta didik lebih mampu memecahkan masalah dunia nyata (Mu'minah & Aripin, 2019). Model pembelajaran STEM ditingkatkan agar berdampak pada masyarakat untuk siap memiliki industri yang berkualitas tinggi (Ayverdi & Öz Aydin, 2020). Empat disiplin ilmu pendekatan STEM menurut Bybee (2014), dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Definisi Literasi STEM

<b>Aspek STEM</b>	<b>Definisi</b>
Sains ( <i>Science</i> )	Literasi Ilmiah: Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
Teknologi ( <i>Technology</i> )	Literasi teknologi: Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu dan masyarakat.
Teknik ( <i>Engineering</i> )	Literasi Desain: Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses desain menggunakan tema

---

pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda

---

**Matematika (*Mathematics*)** Literasi Matematika : Kemampuan dalam menganalisis, alasan, dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya.

---

Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu karakteristik dari pembelajaran berbasis STEM. Menurut (Laboy-Rush, 2010) ada 5 tahap dalam pembelajaran berbasis proyek STEM yaitu:

- a. *Reflection*, tahap membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik untuk mulai menyelidiki/investigasi.
- b. *Research*, tahap memfasilitasi peserta didik mengambil bentuk penelitian, meneliti konsep sains, memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan.
- c. *Discovery*, peserta didik mulai menemukan proses-proses pembelajaran, menentukan apa yang masih belum diketahui serta menemukan langkah-langkah proyek sebagai pemecahan masalah
- d. *Application*, peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah, menguji model yang dirancang, berdasarkan hasil pengujian peserta didik dapat mengulang ke langkah sebelumnya
- e. *Communication*, peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun

PjBL-STEM mengajarkan peserta didik untuk bekerja sama dalam tim, melakukan riset, merancang solusi kreatif, dan menyajikan hasil kerja mereka secara efektif (Saefullah *et al.*, 2021). Langkah pertama pembelajaran berbasis PjBL diawali dengan perencanaan proyek (*project planning*), pelaksanaan proyek

(*project launch*), penyelidikan terbimbing dan pembuatan produk (*guided inquiry and product creation*), kesimpulan proyek (*Project Conclusion*) (Mergendoller dalam Pratama & Prastyaningrum, 2016). PjBL merupakan ilmu pengajaran berpusat pada peserta didik yang melibatkan peserta didik memperoleh pengetahuan lebih dalam melalui eksplorasi aktif, penerapan STEM juga mendorong siswa untuk memahami setiap komponen STEM dalam belajar (Kwon & Lee, 2025).

## **2.1.6 Keteramplan Unjuk Kerja**

### a. Definisi Unjuk Kerja

Unjuk kerja menurut kamus bahasa Indonesia adalah cara bekerja, perilaku, penampilan. Menurut Fattah (2008), unjuk kerja atau penampilan kerja (*performance*) diartikan sebagai manifestasi dari kemampuan seseorang, yang berakar pada pengetahuan, sikap, keterampilan, dan motivasi, yang kemudian menghasilkan sesuatu. Sopiatin (2010), menjelaskan bahwa kinerja pada dasarnya sama dengan unjuk kerja yang mengarah kepada proses hasil kerja. Kirkpatrick dan Nixon (dalam Sagala, 2010) mengartikan kinerja sebagai ukuran kesuksesan dalam pencapaian tujuan yang telah ditetapkan (direncanakan) sebelumnya. Berdasarkan beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa unjuk kerja adalah proses cara kerja yang didasari pengetahuan, sikap, ketampilan dan motivasi untuk menghasilkan tujuan tertentu. Karakteristik penilaian kinerja yang berkualitas menurut (Bland & Gareis, 2018) memiliki ciri-ciri umum penilaian kinerja yang baik meliputi (1) Meminta siswa untuk melakukan, menciptakan, atau memproduksi sesuatu, (2) Mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, (3) Menggunakan tugas yang bermakna dan kontekstual, (4) Melibatkan penerapan dalam kehidupan nyata, (5) Penilaian dilakukan oleh guru, bukan mesin, (6) Penilaian Unjuk Kerja.

Merancang dan melaksanakan asesmen kinerja masih menjadi masalah dalam pembelajaran. Hal ini disebabkan karena masih terdapat miskonsepsi tentang

asesmen kinerja. Asesmen kinerja sering dianggap hanya dapat menilai keterampilan (*skills*) dan sikap (*attitude*), tidak dapat menilai pengetahuan (*knowledge*). Bahkan terdapat pandangan ekstrim bahwa asesmen kinerja hanya untuk menilai keterampilan (*skills*). Padahal asesmen kinerja dapat digunakan untuk menilai pengetahuan (*knowledge*). Selama pengetahuan tersebut dapat di-perform (ditampilkan), dapat diobservasi (*observable*), dan dapat diukur (*measurable*). Para ahli asesmen telah bersepakat bahwa asesmen kinerja memiliki keunggulan dalam menilai aspek keterampilan (*skills*) pada lingkup yang luas. Keterampilan (*skills*) tersebut tidak hanya mencakup psikomotorik (*motoric skills*), akan tetapi juga keterampilan berpikir (*cognitive skills*). Dengan demikian, penilaian atau asesmen kinerja adalah penilaian terhadap perolehan serta penerapan pengetahuan (*knowledge*), sikap (*attitude*), dan keterampilan (*skill*), yang menunjukkan kemampuan peserta didik baik dalam proses, maupun produk. (Wulan, 2018). Senada dengan pernyataan tersebut, Artini et al. (2014), menyebutkan bahwa asesmen kinerja memberikan informasi lebih banyak tentang kemampuan peserta didik dalam proses maupun produk, bukan sekedar memperoleh informasi tentang jawaban benar atau salah saja. Asesmen kinerja merupakan asesmen yang dianggap paling autentik karena keterkaitannya dengan dunia nyata (*real life situations*).

Menurut Reynolds, 2010) terdapat dua macam setting situasi nyata dalam asesmen kinerja. Pertama, situasi sesungguhnya (*actual setting*). Kedua, situasi yang dibuat serupa dengan sesungguhnya (*artificial setting*). Berdasarkan kedua macam setting tersebut, asesmen kinerja dapat dibedakan ke dalam *actual performance assessment* atau *artificial performance assessment*. Dalam hal ini, tentu saja menguji kinerja peserta didik dalam situasi yang sesungguhnya (*actual*) adalah yang terbaik. Terdapat dua komponen penting dalam asesmen kinerja yaitu task (tugas kinerja) dan rubrik. *Task* dapat dinyatakan secara sederhana sebagai perangkat tugas yang mengarahkan peserta didik untuk menunjukkan kinerja tertentu yang akan dinilai. Istilah *task* atau tugas kinerja masih dianggap asing oleh sebagian pengguna asesmen kinerja. Banyak asesmen kinerja yang

dilaksanakan tanpa disertai *task* (tugas kinerja). Padahal *task* tersebut merupakan arahan bagi peserta didik untuk menunjukkan kinerja yang akan dinilai.

*Worksheet* atau Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sesungguhnya merupakan contoh dari *task*. Namun masih terdapat bentuk-bentuk lain dari *task* yang dapat mengarahkan peserta didik untuk menampilkan kinerja yang akan dinilai. Tanpa *task* yang sesuai, para pengguna asesmen tidak mungkin mendapat tampilan kinerja peserta didik yang diharapkan. Konten *task* akan memengaruhi keterandalan asesmen kinerja dalam menyusun generalisasi tentang kompetensi peserta didik. Menyusun *task* yang representatif merupakan keharusan dalam asesmen kinerja. Dalam asesmen kinerja, definisi rubrik sudah jelas. Rubrik adalah seperangkat kriteria tampilan kinerja peserta didik yang menunjukkan tingkat penguasaan kompetensi tertentu. Masih terdapat pandangan bahwa semakin lengkap aspek yang dinilai dalam rubrik (panduan penilaian), akan semakin baik. Hal tersebut tidak benar. Sebagian pengguna asesmen telah menganggap rubrik yang lengkap dan rinci merupakan yang terbaik. Padahal rubrik yang baik adalah yang memuat indikator kinerja paling esensial. Rubrik tersebut harus mudah digunakan, namun dapat memberi informasi penting yang bermakna dalam mengambil keputusan. Dengan demikian, semakin ringkas suatu rubrik akan semakin baik, asalkan dapat memberi informasi yang valid.

Dalam menilai kinerja siswa tersebut, perlu disusun kriteria. Kriteria yang menyeluruh disebut rubric. Dengan demikian wujud asesmen kinerja yang utama adalah task (tugas) dan rubrics (kriteria penilaian). Tugas-tugas kinerja digunakan untuk memperlihatkan kemampuan siswa dalam melakukan suatu keterampilan tentang sesuatu dalam bentuk nyata. Selanjutnya rubrik digunakan untuk memberikan keterangan tentang hasil yang diperoleh siswa (Wulan, 2020). Ada beberapa kriteria yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian kinerja antara lain: generalizability atau keumuman, authenticity atau keaslian/nyata, multiple focus (lebih dari satu fokus), fairness (keadilan), teachability (bisa tidaknya diajarkan), feasibility (kepraktisan), Scorability atau bisa tidaknya tugas tersebut diberi skor (Popham, 1995). Suatu kriteria penilaian

harus dilengkapi dengan skala penilaian supaya mudah dalam melakukan penilaian. Skala penilaian dapat berbentuk numerik atau deskriptif. Setiap skala penilaian harus didefinisikan secara jelas untuk memudahkan penilaian dalam menggunakan kriteria penilaian.

Menurut (Purwanto, 2010), *Performance Assessment* adalah berbagai macam tugas dimana peserta tes diminta untuk mendemonstrasikan pemahaman dan mengaplikasikan pengetahuan yang mendalam, serta keterampilan di dalam berbagai macam konteks sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Lebih lanjut dinyatakan pula bahwa *performance assessment* diwujudkan berdasarkan empat asumsi pokok, yaitu: a) *Performance assessment* didasarkan pada partisipasi aktif peserta didik. b) Tugas-tugas yang diberikan atau dikerjakan oleh peserta didik yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari keseluruhan proses pembelajaran. c) *Performance assessment* tidak hanya untuk mengetahui posisi peserta didik pada suatu saat dalam proses pembelajaran, tetapi lebih dari itu, *assessment* juga dimaksudkan untuk memperbaiki proses pembelajaran itu sendiri. d) Dengan mengetahui lebih dahulu kriteria yang akan digunakan untuk mengukur dan menilai keberhasilan proses pembelajarannya, peserta didik akan secara terbuka dan aktif berupaya untuk mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa *performance assessment* adalah suatu bentuk penilaian untuk mendemonstrasikan atau mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh oleh siswa dan menggambarkan suatu kemampuan siswa melalui suatu proses, kegiatan, atau unjuk kerja.

#### b. Keunggulan dan Kelemahan Penilaian Unjuk Kerja

Sebagaimana penerapan penilaian dalam pembelajaran yang lainnya, penilaian kinerja juga memiliki kelebihan dan kelemahan. Menurut Lynch (2003), kelebihan penilaian kinerja yaitu lebih mementingkan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuannya menjadi unjuk kerja yang dapat dinilai melalui pengamatan atau dilihat dari produk yang dihasilkan, menghadirkan format penilaian yang dapat digunakan secara terus menerus pada siswa yang sama maupun siswa yang baru, memungkinkan untuk memperkirakan kinerja siswa

dan memetakan kemajuan perkembangan belajar siswa sepanjang waktu, serta memfokuskan pembelajaran pada unjuk kerja peserta didik. Sedangkan kelemahan dari penilaian unjuk kerja adalah membutuhkan waktu yang lama untuk pelaksanakannya.

Penilaian unjuk kerja memiliki keunggulan yaitu: (1) Dapat mengukur *outcome* pembelajaran yang tidak dapat diukur oleh tipe penilaian yang lain; (2) Penggunaan penilaian unjuk kerja cenderung konsisten dengan teori pembelajaran modern; (3) Memungkinkan untuk memberikan hasil pembelajaran yang lebih baik; (4) Membuat pembelajaran lebih bermakna, memotivasi dan memberikan pengalaman kepada peserta didik; (5) Memungkinkan untuk menilai proses sebaik menilai hasil; dan (6) Memperluas pendekatan kepada tipe penilaian yang lain. Keunggulan penilaian unjuk kerja bermuara pada peningkatan kualitas pembelajaran, oleh karena itu penyelenggaranya bukanlah hal yang mudah (Reynolds et al., 2010). Sedangkan menurut Robert, Kelebihan penilaian unjuk kerja adalah dapat memperlihatkan perbedaan yang kecil antara siswa yang umumnya belum tewujud dan kelemahan dari penilaian ini memerlukan waktu (Slavin, 2008).

Dari semua pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa kelebihan dari penilaian unjuk kerja yaitu guru dapat menilai kemampuan peserta didik dalam memahami suatu masalah, guru tidak hanya menilaikan hasil namun juga dapat menilai proses yang dilakukan dari peserta didik, dan siswa mendapatkan pembelajaran yang lebih bermakna. Sedangkan kelemahan dari penilaian ini memerlukan waktu yang relatif lama dalam pelaksanaannya.

### **2.1.7 Kreativitas Peserta Didik**

#### **a. Definisi Kreativitas**

Kreativitas dan kemampuan berpikir kreatif adalah dua konsep yang saling terkait, tetapi tidak sama. Kreativitas adalah kemampuan umum atau potensi seseorang untuk menghasilkan sesuatu yang baru, berguna, dan orisinal. Kreativitas sering

kali dilihat sebagai hasil akhir atau produk dari proses berpikir yang inovatif, misalnya ide, karya seni, solusi, atau produk baru. Sedangkan, kemampuan berpikir kreatif adalah proses kognitif atau cara berpikir yang digunakan untuk menghasilkan ide-ide baru, solusi inovatif, atau melihat masalah dari perspektif yang berbeda. Berpikir kreatif lebih menekankan pada proses mental, seperti kelancaran (*fluency*), fleksibilitas, orisinalitas, dan kemampuan mengelaborasi ide-ide. Dengan demikian, berpikir kreatif merupakan proses, sedangkan kreativitas adalah produk atau hasil dari proses tersebut (Zakiah *et al.*, 2020).

Kreativitas berperan penting dalam dunia pendidikan karena menjadi salah satu modal utama peserta didik untuk mencapai keberhasilan belajar dan kesiapan menghadapi perubahan. Menurut Biazus & Mahtari (2022); Fariza & Kusuma (2024), Kreativitas merupakan salah satu modal yang harus dimiliki peserta didik untuk mencapai prestasi belajar. Kreativitas merupakan kemampuan untuk menciptakan ide/gagasan baru yang dapat diterapkan dalam pemecahan masalah, atau suatu kemampuan untuk melihat hubungan baru antara unsur yang sudah ada sebelumnya (Munandar, 1999). Kreativitas peserta didik bukan berarti harus menciptakan sesuatu yang benar-benar baru, namun dapat juga mengkombinasikan ide/gagasan yang sudah dimiliki untuk diterapkan menjadi sesuatu yang berbeda dari yang sudah ada sebelumnya. Kreativitas seseorang dapat dilihat dari perilaku atau kegiatannya yang kreatif.

Maslow dalam Munandar (2009) menjelaskan bahwa kreativitas adalah kemampuan yang dimiliki untuk mencipta. Dapat dikatakan bahwa kreativitas merupakan salah satu kemampuan dasar yang harus dimiliki setiap manusia yang nantinya akan menjadi potensi atau pondasi awal diri (aktualisasi diri) dan menjadi kebutuhan setiap manusia dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Pada dasarnya setiap manusia yang dilahirkan ke dunia pasti sudah memiliki potensi kreatif yang ada pada dirinya. Tetapi sebahagian besar orang masih kurang mampu mengalami potensi kreatif yang ada pada dirinya. Kreativitas itu bisa kita identifikasi sendiri dan bisa juga dilatih melalui sistem pendidikan yang tepat dan benar. Berbagai aspek keterampilan berkreativitas telah direkomendasikan untuk

dikembangkan dan dapat diukur dalam pembelajaran (Guilford, 1988; Hindradi *et al.*, 2024; Torrance, 1972).

Rahmayanti & Kurniati (2010), mengatakan bahwa kreativitas itu merupakan proses berupa kemampuan mental yang ada atau melekat pada setiap individu yang dilahirkan, baik gagasan atau ide untuk menciptakan suatu produk baru maupun mengembangkan sesuatu yang telah ada. Pendapat ini juga didukung oleh Munandar (2014), mengungkapkan bahwa kreativitas merupakan suatu kemampuan seseorang dalam menciptakan maupun melahirkan sesuatu yang berinovasi baru, baik dalam hal gagasan maupun karya nyata yang relatif berbeda atau memperbarui pemikiran-pemikiran yang telah ada sebelumnya. Dalam konteks pendidikan nasional, Sudjana (2006) menjelaskan bahwa kreativitas merupakan puncak dari ranah kognitif dalam taksonomi hasil belajar. Sebelum mencapai tahap mencipta, peserta didik perlu melalui tahapan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi. Tahap mencipta menuntut kemampuan mengombinasikan pengetahuan dan pengalaman untuk menghasilkan karya baru melalui inovasi dan refleksi.

### **b. Ciri-Ciri Kreativitas**

Menurut Munandar (2009) bahwa ciri-ciri kreatif yaitu: 1) Rasa ingin tahu yang luas dan mendalam, 2) Sering mengajukan pertanyaan yang baik, 3) Memberikan banyak gagasan ataupun usulan terhadap suatu masalah, 4) Bebas dalam menyatakan pendapat, 5) Mempunyai rasa keindahan yang dalam, 6) Menonjol dalam salah satu bidang seni, 7) Mampu melihat suatu masalah dari berbagai segi maupun sudut pandang, 8) Mempunyai rasa humor yang luas, 9) Mempunyai daya imajinasi, 10) Orisinal dalam ungkapan gagasan dan pemecahan masalah. Ciri-ciri kreativitas berdasarkan pemikiran di atas dapat disimpulkan bahwa seseorang yang mempunyai imajinasi kreatif, berani mencoba hal baru, berani menggumukkan pendapat serta berani dalam hal mengambil sebuah keputusan merupakan memiliki potensi kreatif yang tinggi. Aspek-aspek tersebut mencakup dimensi kognitif (orisinalitas, fleksibilitas, elaborasi) dan nonkognitif (motivasi,

sikap, kepribadian kreatif). Kedua dimensi ini saling melengkapi dalam menghasilkan ide yang inovatif dan aplikatif.

Pendekatan yang dapat dilakukan dalam strategi pengembangan kreativitas peserta didik (Munandar, 2016) meliputi:

- a. Pribadi, dimana kreativitas dianggap sebagai ungkapan (ekspresi) dari keunikan potensi yang ada pada diri setiap individu untuk dapat berinteraksi dengan lingkungannya.
  - b. Pendorong, dimana bakat kreatif peserta didik dapat berkembang dalam lingkungannya sehingga dorongan atau dukungan dibutuhkan baik dari lingkungan sekitarnya maupun dirinya sendiri.
  - c. Proses, dimana kesibukan dan kesempatan secara kreatif dapat diberikan pada peserta didik untuk mengembangkan kreativitas.
  - d. Produk, dimana produk kreatif yang bermakna dapat diciptakan bila mana kondisi pribadi dan kondisi lingkungan serta sejauh mana dorongan dari keduanya dapat melibatkan dalam proses (kesibukan, kegiatan) kreatif.
- (Munandar, 2016) Dari pemikiran di atas dapat dikatakan bahwa kemampuan atau potensi kreativitas seseorang dapat dilihat dari bagaimana cara memanfaatkan dan mempergunakan bakat ataupun potensi yang ada pada diri, adanya dorongan dari lingkungan sekitar terhadap ide-ide maupun gagasan yang dimiliki serta bagaimana cara pola berpikir untuk suatu menyelesaikan suatu proses dari tahap persiapan hingga terciptanya suatu ide maupun gagasan yang ada.

Berbagai pemikiran tentang kreativitas tersebut menemukan relevansi yang kuat ketika dikontekstualisasikan dalam pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL), terutama sebagaimana dikembangkan oleh Boss et al. (2013) yang menilai kreativitas dan inovasi peserta didik melalui tahapan-tahapan kegiatan projek. Rubrik penilaian kreativitas dan inovasi peserta didik hasil adopsi dari Boss *et al.* (2013) disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Rubrik Penilaian Kreativitas Peserta Didik

Tahapan project-based learning	Kreativitas dan inovasi
1. Identifikasi Masalah Pada Tahap <i>Reflection</i>	Menjelaskan secara menyeluruh dan logis keterkaitan antara masalah energi dan rancangan solusinya
2. Penyusunan Rancangan Projek Tahap <i>Research</i>	Mengusulkan ide teknis yang unik dan tidak umum yang memperkaya solusi kelompok
3. Desain Projek Tahap <i>Discovery and Application</i>	Mengajukan >3 alternatif rancangan atau pengembangan alat yang relevan dan inovatif
4. Presentasi Tahap <i>Communication</i>	Presentasi sangat menarik, runtut, penuh visualisasi, jelas prinsip kerja dan manfaatnya

## 2.2 Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Penelitian yang Relevan

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Saefullah <i>et al.</i>	<i>Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills on Static Fluid Topic</i>	Penerapan PjBL-STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi fluida statis	Penerapan PjBL-STEM pada topik induksi elektromagnetik sebagai energi alternatif
2.	Arsyad & Rathomi, (2025)	<i>Implementation of Project-Based Learning in STEM Education</i>	Efektivitas implementasi PjBL-STEM untuk meningkatkan capaiana pembelajaran, literasi sains, dan keterampilan abad ke-21	Pembelajaran berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan kemampuan unjuk kerja dan kreativitas
3.	Zakiah <i>et al.</i> (2020)	Implementasi <i>Project-Based Learning</i> Untuk Mengeksplorasi Kreativitas dan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Mahasiswa	Hasil Penilaian Kreativitas dan Kemampuan Berpikir Kreatif	Hasil Penilaian Kreativitas dan Keterampilan Unjuk Kerja

4.	Wang & Zhang (2019)	<i>Student-centred teaching, deep learning and self-reported ability improvement in higher education: Evidence from Mainland China</i>	Penerapan Deep Learning untuk meningkatkan kemampuan dan regulasi diri	Penerapan PjBL-STEM berorientasi <i>Deep Learning</i>
----	---------------------	--	--	---

---

Penelitian-penelitian terdahulu menjadi landasan penulis untuk melakukan penelitian ini. Hal yang menjadi kebaruan dari penelitian ini adalah desain modul ajar IPAS yang akan dikembangkan berbasis PjB1-STEM berfungsi untuk mengoptimalkan peran guru sebagai pemimpin pembelajaran. Modul ajar memuat isu-isu global, seperti pencemaran lingkungan dan energi terbarukan. Selain itu, Modul Ajar IPAS yang dikembangkan juga akan memberikan ruang kepada peserta didik untuk aktif selama pembelajaran dengan menyelesaikan permasalahan-permasalahan sesuai dengan konteks ESD.

### **2.3 Kualitas Produk Pembelajaran**

Menurut Plomp & Nieveen (2010), beragam produk pembelajaran secara umum berperan penting dalam pendidikan, sehingga harus memiliki kualitas yang baik. Suatu produk pembelajaran dikatakan berkualitas baik apabila memenuhi 3 kriteria, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Pertama, produk pembelajaran dikatakan berkualitas baik apabila dianggap valid dengan memenuhi dua kriteria, yaitu memiliki komponen material yang menjadi dasar untuk pengetahuan yang mutakhir (validitas konten) dan semua komponen harus sesuai dan secara konsisten saling terkait satu sama lain (validitas konstruk). Kriteria kedua dari produk pembelajaran berkualitas baik apabila guru (dan ahli lainnya) menganggap bahwa produk dapat digunakan dengan mudah oleh guru dan peserta didik atau disebut praktis. Kriteria ketiga dari produk pembelajaran berkualitas baik apabila dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan dan menjadikan peserta didik memahami pembelajaran tersebut (Plomp & Nieveen, 2010).

Berdasarkan kriteria produk pembelajaran yang telah dipaparkan Modul Ajar IPAS yang dikembangkan pada penelitian ini dapat dikatakan valid apabila memenuhi kriteria sebagai berikut.

1. Kevalidan Modul Ajar ditinjau dari 4 dimensi yakni validitas konten, konstruk, bahasa, dan desain. Modul Ajar dinyatakan valid untuk digunakan jika mendapat rata-rata persentase lebih dari 60,1%.
2. Kepraktisan Modul Ajar ditinjau dari 2 aspek yakni keterlaksanaan, dan uji kepraktisan melalui kuesioner untuk mengetahui respon guru dalam hal penyajian, penggunaan, keterbacaan dan waktu. Modul Ajar dinyatakan praktis diterapkan jika mendapat rata-rata persentase lebih dari 60,1%
3. Kefektifan Modul Ajar ditinjau dari nilai *effect size* yang didapatkan. Modul ajar dinyatakan efektif meningkatkan keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik jika mendapatkan *effect size* pada rentang 0,2 sampai dengan 0,8.

## 2.4 Kerangka Pemikiran

Pengembangan modul ajar IPAS meliputi serangkaian langkah penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti untuk menciptakan suatu produk. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode campuran (*mixed-method*) *Research and Development* model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974). Pengembangan program pembelajaran dimulai dengan tahap analisis, yang meliputi analisis kurikulum, analisis kebutuhan guru, analisis kebutuhan peserta didik SMK, analisis kebutuhan guru IPAS di SMK Negeri 2 Bandar Lampung, dan studi literatur terhadap program pembelajaran yang akan dikembangkan. Pembelajaran menggunakan model PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning* yang diterapkan melalui tahapan pembelajaran yang terdapat pada modul ajar yaitu langkah pertama peserta didik dibawa ke dalam konteks masalah untuk memulai penyelidikan (*Reflection*), peserta didik meneliti konsep sains dengan memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan (*Research*), menemukan langkah-langkah projek sebagai pemecahan masalah (*Discovery*),

peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah dan menguji model yang dirancang (*Application*), peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun (*Communication*).

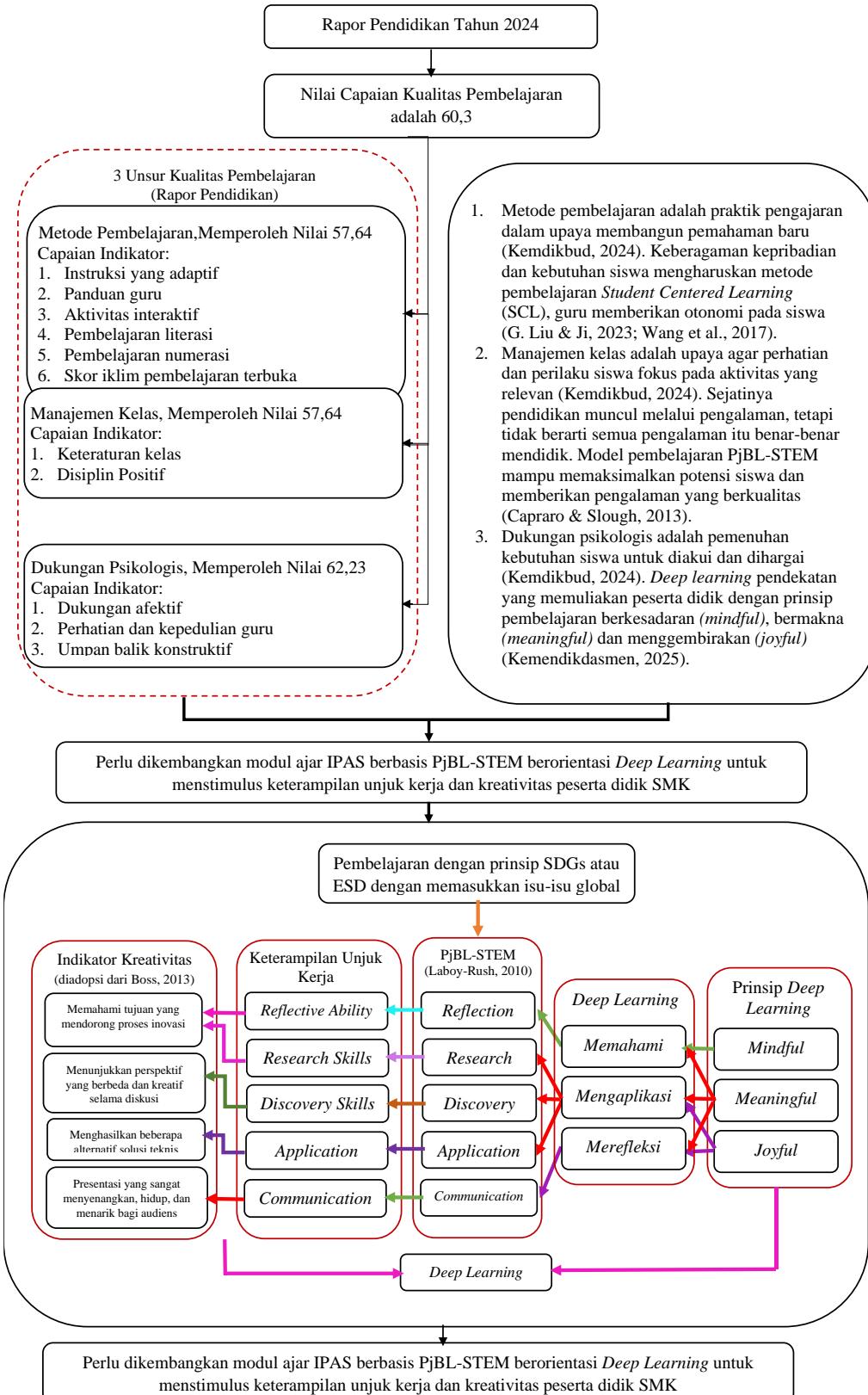
Tahap *reflection* dimulai oleh guru yang berperan sebagai fasilitator untuk mengorientasi peserta didik pada masalah-masalah seputar energi yang ada di Indonesia, setelah itu guru meminta peserta didik untuk mengamati dan mencatat masalah-masalah energi yang ada dilingkungan sekitar tempat tinggal. Peserta didik memilih satu permasalahan prioritas untuk dicari solusi dan sebagai dasar pembuatan projek, setelah sebelumnya mengidentifikasi hal apa saja yang dibutuhkan oleh masayarakat.

Fungsi utama tahap ini untuk membantu meningkatkan motivasi, minat dan rasa ingin tahu peserta didik untuk mempelajari materi yang berkaitan dengan projek, mengarahkan seluruh proses pembelajaran projek pada pencapaian tujuan. Hal ini memberikan semangat bagi mereka untuk mengeksplorasi lebih lanjut. Pada tahap ini, peserta didik diharapkan mampu mengemukakan pendapat mereka berdasarkan informasi yang mereka ketahui, dan menghubungkannya dengan konsep fisika yang relevan. Tahap *reflection* menstimulus keterampilan memecahkan masalah menjadi langkah-langkah yang lebih kecil, dan mengalokasikan waktu dan sumber daya secara efektif. Guru mengorganisir siswa ke dalam beberapa kelompok, membagikan *handout* dan LKPD. Siswa bekerja sama dalam kelompok untuk mendiskusikan ide, membuat keputusan, dan menyelesaikan tugas bersama. Tahapan selanjutnya adalah *Research*, pada tahap ini, siswa mulai mempelajari energi dan perubahannya menggunakan LKPD dan *handout*, serta melakukan pengumpulan informasi dan data yang relevan.

Peserta didik dapat melakukan riset untuk mengumpulkan informasi dari buku, artikel ilmiah, serta sumber informasi lainnya melalui internet. Tahap *discovery*, siswa menunjukan indikator mengaplikasikan berbagai pengetahuan menjadi

solusi nyata berupa desain prototipe produk yang digunakan sebagai solusi atas permasalahan yang ada. Pada tahap *application*, siswa mengembangkan keterampilan penemuan dan penalaran. Kemudian pada tahap *communication*, digunakan untuk menstimulus keterampilan komunikasi dan menyampaikan ide dengan bahasa yang mudah dipahami.

Kreativitas dalam penyelesaian masalah memungkinkan peserta didik untuk mempertimbangkan masalah dari berbagai sudut pandang dan menciptakan solusi-solusi baru yang inovatif. Selain itu, dengan keterampilan unjuk kerja dan kreativitas memungkinkan peserta didik untuk melakukan analisis data secara teliti, menguji hipotesis, dan menentukan solusi terbaik dalam pengembangan produk tersebut. Pada tahap ini peserta didik secara aktif terlibat dalam eksplorasi dan penyelidikan melalui projek yang telah direncanakan. Setelah peserta didik melakukan implementasi projek, selanjutnya menguji produk instalasi alat yang telah dibuat. Data dan informasi yang relevan yang diperoleh dari pengujian dapat membantu memperbaiki solusi yang dipilih dan memungkinkan peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang energi alternatif dan menjadi dasar analisa dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari. Tahap terakhir PJBL- STEM ini memberi peserta didik kesempatan untuk melakukan presentasi hasil dan menyampaikan informasi terkait produk energi alternatif yang telah dibuat. Kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

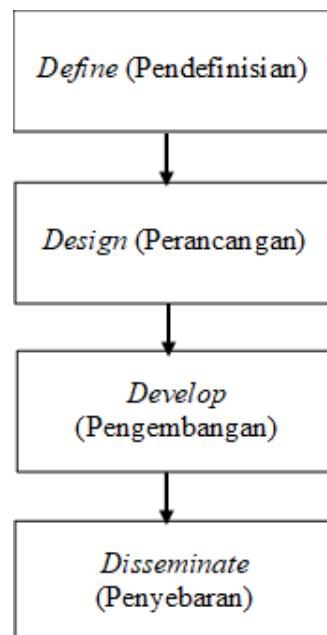


**Gambar 5.** Bagan Kerangka Pemikiran

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian Pengembangan**

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode campuran (*mixed-method*) *Research and Development*, dengan mengikuti langkah-langkah yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) terdeskripsi atas 4D (*Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*), sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Model Pengembangan 4D (Thiagarajan, 1974)

Model pengembangan 4D merupakan model pengembangan yang biasa digunakan dalam penelitian pendidikan. Model pengembangan ini secara umum terdiri dari 4 tahap utama, yakni pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran.

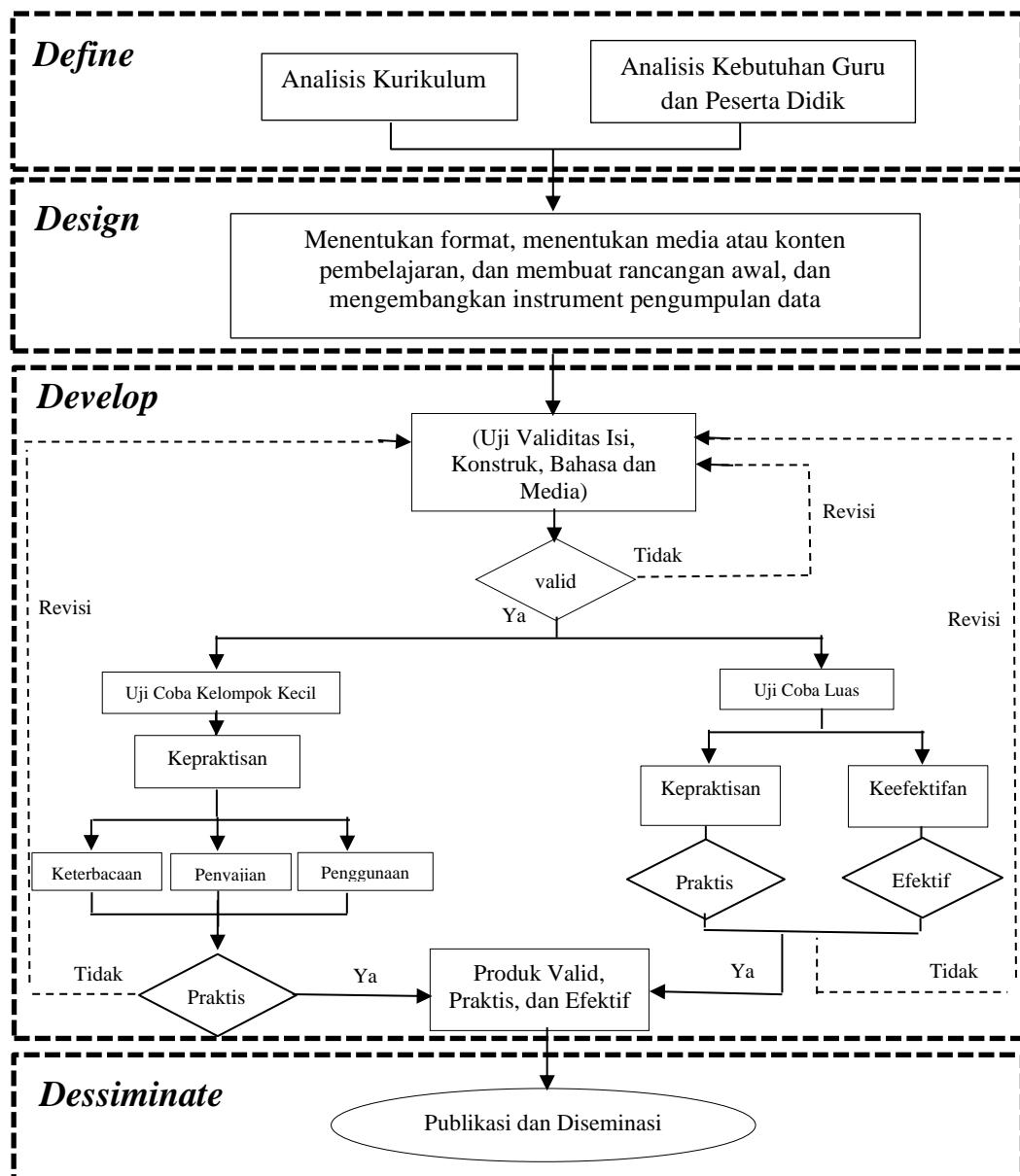
### 3.2 Prosedur Pengembangan Produk

Prosedur pengembangan produk terdiri atas langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dalam membuat suatu produk. Prosedur penelitian yang digunakan megadaptasi dari prosedur penelitian pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974), seperti ditunjukkan pada tabel 10..

**Tabel 10.** Prosedur Umum Model Pengembangan 4D

	<b>Define (Pendefinisian)</b>	<b>Design (Perancangan)</b>	<b>Develop (Pengembangan)</b>	<b>Disseminated (Penyebaran)</b>
<b>Konsep</b>	Mendefinisikan kebutuhan dalam pengembangan	Merancang produk sesuai dengan kebutuhan	Mengembangkan produk	Penerapan pada target yang sesungguhnya (kriteria pada kelas yang memiliki profil belajar sama)
<b>Prosedur Umum</b>	1. Analisis Kurikulum (Konsep dan tujuan pembelajaran) 2. Analisis kebutuhan guru 3. Analisis kebutuhan peserta didik	1. Menentukan format produk 2. Menentukan media atau konten 3. Membuat rancangan awal 4. Merancang instrumen pengumpulan data	1. Mengembangkan produk 2. Uji Ahli (validitas dan kepraktisan) 3. Respon Guru terhadap Modul Ajar yang dikembangkan (Penyajian, Penggunaan, Kepraktisan, Waktu) 4. Uji Coba Terbatas. (Keterlaksanaan)	1. Penerapan produk pada target yang sesungguhnya 2. Uji kefektifan produk 3. Publikasi hasil penerapan dan uji keefektifan
	<b>Ringkasan Analisis</b>	<b>Desain Awal dan Instrumen Pengumpulan Data</b>	<b>Produk yang siap diterapkan</b>	<b>Produk yang siap dipublikasikan</b>

Hasil akhir dari penelitian ini adalah Program Pembelajaran yang berbasis *PjBL-STEM* berorientasi *Deep Learning* dalam rangka menstimulus keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik. Peneliti menerapkan tiap tahapan dari model pengembangan 4D tersebut untuk mengembangkan Modul Ajar tersebut. Tahap pengembangan produk ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Alur Tahapan Penelitian

### 3.2.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap ini dilaksanakan dengan cara melakukan analisis kurikulum dan analisis kebutuhan. Pada analisis kurikulum, peneliti menganalisis konsep yang akan diajarkan dan posisi konsep tersebut di dalam struktur Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka. Peneliti menemukan bahwa pembelajaran dengan konteks ESD bisa dilaksanakan pada materi IPAS kelas X SMK pada aspek energi dan perubahannya dengan tema "Membangun Pembangkit Listrik Mikro Berbasis

Induksi Elektromagnetik sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan, dengan mengikuti langkah pembelajaran PjBL-STEM menurut Laboy-Rush (2010), peneliti memetakan tujuan pembelajaran, aktivitas yang berpusat pada peserta didik, konten atau materi yang akan dipahami, pertanyaan-pertanyaan esensial yang harus dijawab, keterampilan yang akan diperoleh peserta didik dan konsep-konsep kunci. Peneliti juga menentukan asesmen pembelajaran serta aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan peserta didik dalam modul ajar.

Sedangkan pada analisis kebutuhan, dilakukan survei pada guru-guru pengampu mata pelajaran IPAS guna mengetahui sejauh mana kebutuhan guru terhadap penerapan isu-isu global, kendala dalam penerapan isu-isu global terkait keterbatasan alat dan ketersediaan media pembelajaran, aktivitas pembelajaran untuk keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik, pelaksanaan pembelajaran Projek IPAS berfokus pada konten, penggunaan modul ajar dengan lampiran LKPD dan *handout*, format modul ajar beserta LKPD dan *handout* (cetak).

### **3.2.2 Tahap Perancangan (*Design*)**

Hal-hal yang dilakukan pada tahap perancangan adalah sebagai berikut.

1. Menentukan format modul ajar, dimana peneliti akan mengembangkan modul ajar dengan bantuan Canva. Modul ajar terdiri dari tujuan, aktivitas, asesmen, dan media pembelajaran, serta dikembangkan berdasarkan kompetensi guru sebagai pemimpin pembelajaran. Selain itu, modul ajar akan dilengkapi dengan LKPD dan *handout* sebagai lampiran.
2. Menentukan media atau konten pembelajaran, dimana pada tahap ini peneliti menentukan media atau konten apa saja yang akan masuk ke dalam modul ajar termasuk di dalamnya aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan peserta didik didesain dapat menstimulasi keterampilan unjuk kerja dan kreativitas. Modul ajar yang dikembangkan akan menggunakan kerangka PjBL-STEM dari Laboy-Rush (2010) yang berisi langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek pada langkah pertama peserta didik dibawa ke dalam konteks masalah untuk

memulai penyelidikan (*Reflection*), peserta didik meneliti konsep sains dengan memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan (*Research*), menemukan langkah-langkah projek sebagai pemecahan masalah (*Discovery*), peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah dan menguji model yang dirancang (*Application*), peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun (*Communication*).

3. Merancang instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini. Instrumen yang akan digunakan adalah instrumen uji ahli dan uji coba terbatas produk yang terdiri dari uji validitas, uji kepraktisan dan uji efektifitas. Instrumen lainnya adalah instrumen yang akan digunakan untuk keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik. Instrumen-instrumen ini nantinya akan diuji oleh akademisi atau pendidik fisika dengan kriteria telah menyelesaikan pendidikan S1 dan bersertifikat pendidik atau telah/sedang menempuh pendidikan S2.
4. Membuat rancangan awal dari modul ajar, dimana modul ajar nanti akan memuat isu-isu global (SDGs) melalui pendekatan pembelajaran ESD. Aspek materi pembelajaran adalah energi dan perubahannya, sedangkan tema yang diangkat adalah "Membangun Pembangkit Listrik Mikro Berbasis Induksi Elektromagnetik Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan". Rancangan Aktivitas Pembelajaran Sebagai Upaya Mengembangkan Lingkungan Belajar yang Berpusat pada Murid dengan Menggunakan Model PjBL-STEM dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Rancangan Aktivitas Pembelajaran Model PjBL-STEM

Syntax PjBL- STEM	Aktivitas Pembelajaran	Prinsip & Pengalaman Belajar PM
<b>Reflection</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru memulai dengan menayangkan berita tentang bayang-bayang krisis energi.</li> <li>- Guru mengajukan pertanyaan pemandik.</li> <li>- Peserta didik melakukan literasi dengan menggunakan berbagai sumber bahan ajar.</li> <li>- Peserta didik mengidentifikasi masalah energi yang ada di lingkungan sekitar dengan melakukan diskusi</li> </ul>	Prinsip: - Berkesadaran  Pengalaman: - Memahami

Syntax PjBL- STEM	Aktivitas Pembelajaran	Prinsip & Pengalaman Belajar PM
	kelompok dan menuliskan masalah-masalah nyata yang ditemui.	
<b>Research</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik mengeksplorasi potensi energi yang ada lingkungan sekitar dan mencatat apa saja potensi energi yang bisa dimanfaatkan serta mempelajari prinsip dasar induksi elektromagnetik.</li> <li>- Peserta didik menyaksikan video/demonstrasi guru tentang induksi elektromagnetik.</li> <li>- Peserta didik menentukan bentuk penelitian dan meneliti konsep sains dengan mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan</li> </ul>	<p>Prinsip:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bermakna</li> </ul> <p>Pengalaman:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami</li> </ul>
<b>Discovery</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik merancang prototipe pembangkit listrik sederhana dan membuat gambar rancangan alat, menulis alat dan bahan yang diperlukan, menjelaskan cara kerja alat secara singkat.</li> <li>- Peserta didik menemukan langkah-langkah proyek sebagai pemecahan masalah</li> </ul>	<p>Prinsip:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bermakna</li> <li>- Menggembirakan</li> </ul> <p>Pengalaman:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengaplikasi</li> </ul>
<b>Application</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik membuat alat/produk sesuai dengan desain yang telah dirancang secara berkelompok, mendokumentasikan proses dalam bentuk foto/video, mencatat proses pembuatan serta masalah-masalah yang dihadapi pada saat pengerjaan.</li> <li>- Peserta didik melakukan pengujian produk alat yang telah dibuat, untuk mengetahui apakah alat berfungsi dengan baik, menjelaskan hasil pengujian, mengukur arus dan tegangan listrik yang dihasilkan.</li> <li>- Pada tahap ini peserta didik menyempurnakan produk alat/merevisi alat berdasarkan evaluasi. Peserta didik melaporkan bagian-bagian yang perlu diperbaiki dan bagaimana cara memperbaikinya.</li> </ul>	<p>Prinsip:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bermakna</li> <li>- Menggembirakan</li> </ul> <p>Pengalaman:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengaplikasi</li> </ul>
<b>Communication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentasi prototipe, meliputi penyampaian hasil karya peserta didik secara lisan dan tertulis. Terlebih dahulu peserta didik menyiapkan bahan presentasi kelompok (bisa dalam bentuk slide/poster/video dokumentasi alat). Masing-masing kelompok menceritakan proses, hasil, dan refleksi kelompok. Beberapa poin penting presentasi: nama produk, masalah yang diselesaikan, prinsip kerja alat, serta inovasi/keunikan alat.</li> <li>- Peserta didik mengevaluasi dan merefleksi proses pembelajaran selama projek. Refleksi meliputi apa yang paling peserta didik pelajari dari projek ini, tantangan apa yang dihadapi, bagaimana cara mengatasinya, ide pengembangan alat ke depan dan</li> </ul>	<p>Prinsip:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bermakna</li> <li>- Berkesadaran</li> </ul> <p>Pengalaman:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merefleksi</li> </ul>

Syntax PjBL- STEM	Aktivitas Pembelajaran	Prinsip & Pengalaman Belajar PM
	bagaimana teknologi kecil pada produk yang sudah dibuat bisa berkontribusi pada sistem energi berkelanjutan	

### 3.2.3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan hal-hal berikut.

1. Mengembangkan program pembelajaran sesuai rancangan awal yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, yaitu berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan dalam forum MGMP IPAS. Peneliti mengumpulkan konten materi, aset digital berupa gambar, ikon, dan video untuk disusun ke dalam program pembelajaran tersebut. Konten dan aset yang telah disiapkan selanjutnya disusun dengan menggunakan aplikasi Canva.
2. Melakukan uji ahli pada program pembelajaran yang telah berhasil dibuat. Uji ahli yang dilakukan terbagi ke dalam dua bagian, yakni uji validitas dan uji kepraktisan. Uji ahli akan dilakukan oleh dosen pendidikan fisika dan pendidik fisika dengan kriteria telah menyelesaikan pendidikan S2 dan bersertifikat pendidik. Komponen uji validitas dari ahli ditunjukkan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Komponen Uji Validitas

Uji	Komponen	Aspek
Uji Validitas	Validasi Konstruk	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran Kesesuaian dengan aktivitas pembelajaran Kesesuaian dengan asesmen Kesesuaian dengan media pembelajaran Kesesuaian tulisan dan gambar pada LKPD dan <i>Handout</i> Kesesuaian gambar, simulasi, video Kesesuaian stimulus dan teks pada pertanyaan-pertanyaan Keberagaman aktivitas di dalam modul ajar
	Validasi isi	Kesesuaian Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran Kesesuaian tujuan pembelajaran dalam modul ajar dengan pengetahuan dan kompetensi yang akan dicapai

<b>Uji</b>	<b>Komponen</b>	<b>Aspek</b>
		Kesesuaian modul ajar dengan model PjBL-STEM Kesesuaian modul ajar dengan indikator keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik SMK
Validasi Bahasa		Kelugasan isi Komunikatif Dialogis dan interaktif Kesesuaian dengan tahap perkembangan peserta didik Keruntutan dan keterpaduan alur pikir Kesesuaian dengan kaidah Bahasa

Hasil uji validasi ini akan menentukan apakah produk yang dikembangkan harus diperbaiki atau sudah layak.

3. Melakukan uji kepraktisan produk yang dihasilkan pada beberapa guru mata pelajaran IPAS. Ujicoba ini dilakukan untuk melihat kepraktisan yang terdiri dari keterbacaan dan kemenarikan menurut pandangan guru terhadap modul ajar yang telah dikembangkan. Selain itu, uji kepraktisan dilakukan dengan melihat potensi keterlaksanaan pembelajaran oleh guru mata pelajaran IPAS.

#### **3.2.4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)**

Pada tahap penyebaran dilakukan pendistribusian modul ajar kepada guru-guru yang tergabung dalam komunitas MGMP IPAS dan publikasi artikel pada jurnal yang bereputasi.

### **3.3. Instrumen Penelitian**

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen penelitian sebagai berikut.

a) Rapor Pendidikan Sekolah

Rapor Pendidikan Sekolah ini digunakan sebagai referensi utama sebagai dasar analisis, perencanaan, dan tindak lanjut atas kebutuhan pengembangan Modul

Ajar yang sesuai. Rapor Pendidikan bersifat objektif dan andal di mana laporan disajikan secara otomatis dan terintegrasi.

b) Skala

Skala dalam penelitian ini terdiri dari skala validitas dan kepraktisan. Skala validitas akan diisi oleh dosen pendidikan fisika sedangkan Skala kepraktisan akan diisi oleh pendidik fisika dengan kriteria telah menyelesaikan pendidikan S2 dan bersertifikat pendidik. Tabel 9 menunjukkan komponen dari uji ahli. Pengisian skala ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sehingga dapat digunakan guru. Penskoran pada skala validasi ini menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011: 131) yang dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Skala Likert pada skala Validasi dan Kepraktisan

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

c) Instrumen Observasi Awal dan Akhir

Instrumen Observasi Awal dan Akhir digunakan untuk menguji keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik pada topik induksi elektromagnetik sebagai pembangkit listrik sederhana dan energi alternatif ramah lingkungan. Observasi tersebut dilakukan di awal dan akhir perlakuan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Indikator penilaian unjuk kerja diadaptasi dari instrumen yang dikembangkan oleh Wulan, sebagaimana dikutip dalam Nuraeni *et al.* (2023), sedangkan indikator kreativitas peserta didik diadopsi dari Boss *et al.* (2013). Tabel 14, 15, 16, 17, dan 18 menunjukkan indikator penilaian keterampilan unjuk kerja untuk topik induksi elektromagnetik sebagai pembangkit listrik sederhana dan energi alternatif.

**Tabel 14.** Rubrik Identifikasi Masalah Pada Tahap *Reflection*

Kriteria	Skor			
	4	3	2	1
Identifikasi Masalah	Siswa mengidentifikasi lebih dari 3 masalah	Siswa mengidentifikasi 3 masalah	Siswa mengidentifikasi kurang dari 3 masalah	Siswa belum mampu mengidentifikasi masalah
Pemilihan prioritas masalah	Siswa mampu memilih 1 prioritas masalah utama dengan menyertakan minimal 3 sumber referensi yang dapat mendukung penjelasan	Siswa mampu memilih 1 prioritas masalah utama, hanya menyertakan 2 sumber referensi yang dapat mendukung penjelasan	Siswa mampu memilih 1 prioritas masalah utama, hanya menyertakan 1 sumber referensi yang dapat mendukung penjelasan	Siswa hanya mampu memilih prioritas masalah, tanpa menyertakan sumber referensi yang dapat mendukung penjelasan
Identifikasi alternatif solusi	Siswa mampu menghasilkan 3 alternatif solusi sesuai prioritas masalah dengan benar	Siswa mampu menghasilkan 2 alternatif solusi sesuai prioritas masalah dengan benar	Siswa mampu menghasilkan 1 alternatif solusi sesuai prioritas masalah dengan benar	Siswa belum mampu menghasilkan alternatif solusi sesuai prioritas masalah

Nilai = Skor yang diperoleh x 100  
Skor total

**Tabel 15.** Rubrik Penyusunan Rancangan Projek Tahap *Research*

Kriteria	Skor			
	4	3	2	1
Pengumpulan dan Analisis Informasi	Mengidentifikasi dan menggunakan $\geq 3$ sumber informasi yang sangat relevan dan kredibel (misal: jurnal ilmiah, laporan riset, paten, web dll)	Mengidentifikasi dan menggunakan 2 sumber informasi yang relevan dan kredibel.	Mengidentifikasi dan menggunakan 1 sumber informasi yang relevan dan kredibel	Kesulitan dalam mengidentifikasi atau mengumpulkan sumber informasi yang relevan
Penyusunan Rancangan Projek	Rancangan proyek tersusun dari langkah kegiatan yang lengkap, sistematis dan jelas, terarah pada tujuan. Prosedur menunjukkan setidaknya 1 elemen	Rancangan proyek memuat sebagian besar langkah kegiatan yang relevan dan urut, disusun secara sistematis dan jelas, serta cukup terarah pada tujuan. Prosedur	Rancangan proyek memuat beberapa langkah kegiatan yang sesuai dan terarah pada tujuan, disusun secara sistematis dan jelas.	Rancangan proyek memiliki beberapa langkah kegiatan terarah pada tujuan, tidak sistematis. tidak ada keunikan/keistime waan yang terlihat

keunikan/keistimewaan menunjukkan 1 elemen keunikan. Ewaan tidak signifikan.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor total}} \times 100$$

**Tabel 16.** Rubrik Desain Projek Tahap *Discovery*

Kriteria	Skor			
	4	3	2	1
Kesesuaian desain rancangan prototipe dengan alternatif solusi	<p>Desain prototipe sangat sesuai dengan alternatif solusi yang dipilih</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi utama sesuai (1 poin)</li> <li>• Mekanisme kerja sesuai prinsip solusi (1 poin)</li> <li>• Komponen utama relevan (1 poin)</li> </ul> <p>Desain mendukung efisiensi/keselamatan (1 poin)</p>	<p>Sesuai dengan alternatif solusi mengatasi krisis energi. Terdiri dari 3 dari 4 aspek di atas terpenuhi</p>	<p>Kurang sesuai dengan alternatif solusi mengatasi krisis energi. Terdiri dari 2 dari 4 aspek terpenuhi</p>	<p>Tidak sesuai dengan alternatif solusi mengatasi krisis energi. Hanya 0–1 aspek terpenuhi</p>
Originalitas ide dan aktivitas	Desain sendiri ditambah modifikasi dari karya orang lain (misalnya mencantumkan desain dari internet) dan disesuaikan dengan konteks masalah dan solusi yang dipilih.	Desain hasil mencontoh karya orang lain dengan sedikit penyesuaian terhadap masalah dan solusi, namun belum menunjukkan sentuhan orisinal yang signifikan.	Desain sepenuhnya meniru karya orang lain tanpa modifikasi berarti, dan tidak sepenuhnya sesuai dengan solusi yang dipilih.	Desain tidak menunjukkan hubungan dengan solusi yang dipilih, serta tidak relevan dengan masalah yang diangkat.
Kelengkapan informasi pada desain	Mencantumkan ≥4 komponen informasi utama, yaitu: jumlah lilitan kumparan, tinggi, lebar, jenis bahan, jenis magnet dan ukuran lampu dll.	Mencantumkan 3 dari 5 komponen informasi utama, dengan disertai satuan dan keterangan	Mencantumkan 2 komponen informasi	Mencantumkan 0–1 komponen informasi
Estetika desain prototipe berdasarkan aspek: bentuk, kerapian, daya tarik, estetika	<p>Desain menunjukkan estetika sangat tinggi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk proporsional dan harmonis</li> <li>• Sangat rapi (tidak ada bagian yang berantakan)</li> </ul>	<p>Desain menunjukkan estetika baik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk cukup proporsional</li> <li>• Rapi (sedikit kekurangan tapi tidak mengganggu)</li> </ul>	<p>Desain menunjukkan estetika kurang:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk kurang proporsional</li> <li>• Kurang rapi (lem berceciran,</li> </ul>	Bentuknya tidak bagus, tidak rapi, tidak menarik, tidak unik.

visual, dan keunikan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna/visual sangat menarik</li> <li>• Ada unsur estetik tambahan (hiasan, detail desain)</li> </ul> <p>Desain sangat unik dan berbeda dari kelompok lain</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual cukup menarik</li> <li>• Ada nilai estetika</li> </ul> <p>Masih menunjukkan keunikan walau mirip dengan desain umum</p>	<p>potongan miring, dll)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna atau tampilan membosankan</li> <li>• Hampir tidak ada unsur estetika</li> </ul> <p>Desain meniru</p>	
Kesesuaian desain rancangan prototipe dengan alternatif solusi	<p>Desain prototipe sangat sesuai dengan alternatif solusi yang dipilih</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi utama sesuai (1 poin)</li> <li>• Mekanisme kerja sesuai prinsip solusi (1 poin)</li> <li>• Komponen utama relevan (1 poin)</li> </ul> <p>Desain mendukung efisiensi/keselamatan (1 poin)</p>	<p>Sesuai dengan alternatif solusi mengatasi krisis energi. Terdiri dari 3 dari 4 aspek di atas terpenuhi</p>	<p>Kurang sesuai dengan alternatif solusi mengatasi krisis energi. Terdiri dari 2 dari 4 aspek terpenuhi</p>	<p>Tidak sesuai dengan alternatif solusi mengatasi krisis energi. Hanya 0–1 aspek terpenuhi</p>

Nilai = Skor yang diperoleh x 100  
Skor total

**Tabel 17.** Rubrik Pembuatan Produk Tahap *Application*

Kriteria	Skor			
	4	3	2	1
Nilai Kegunaan	Produk berguna dalam kehidupan sehari-hari dan bermanfaat bagi masyarakat luas.	Produk berguna dalam kehidupan sehari-hari, namun lingkup pemanfaatan terbatas.	Produk kurang berguna dan lingkup pemanfaatan terbatas.	Produk tidak memiliki kegunaan.
Potensi Produk dalam Menanggulangi Masalah Lingkungan	Produk dapat membantu mengatasi masalah.	Produk kurang membantu mengatasi masalah.	Produk tidak membantu mengatasi masalah.	Produk menimbulkan masalah baru.
Kebaruan (Originalitas) Produk	Produk dan prosedur pembuatannya merupakan hasil modifikasi dari yang telah ada.	Produk dan prosedur pembuatannya meniru dari yang sudah ada, namun terdapat penyesuaian kecil pada bagian tertentu (misalnya	Produk dan prosedur hampir sepenuhnya meniru contoh yang ada, hanya ada perbedaan yang sangat minimal (misal: warna, penempatan),	Produk dan prosedur sepenuhnya meniru karya yang telah ada tanpa modifikasi sama sekali, baik dari bentuk, bahan, maupun langkah kerja.

ukuran, bahan, atau langkah kerja), meskipun tidak mengubah fungsi utama.

dan tidak memberi dampak nyata pada fungsi atau efisiensi.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh} \times 100}{\text{Skor total}}$$

**Tabel 18.** Rubrik Presentasi Tahap Communication

Kriteria	Skor			
	4	3	2	1
Kesesuaian isi dan tujuan	Seluruh isi yang disampaikan sangat relevan dan mendukung secara langsung sesuai dengan tujuan presentasi.	$\geq 75\%$ dari Isi yang disampaikan relevan dan relevan dengan tujuan presentasi.	$\geq 50\%$ dari isi yang disampaikan kurang relevan dan hanya sedikit mendukung tujuan presentasi.	Isi yang disampaikan tidak relevan dan tidak mendukung tujuan presentasi.
Validitas konten	Seluruh konten yang dipresentasikan berdasarkan data dan mencantumkan minimal 3 sumber referensi	Konten yang dipresentasikan berdasarkan data dan mencantumkan minimal 2 sumber referensi	Konten yang dipresentasikan berdasarkan data dan mencantumkan minimal 1 sumber referensi	Konten yang dipresentasikan berdasarkan data tetapi tidak mencantumkan sumber referensi
Penggunaan bahasa dalam menyampaikan materi	Sangat mampu mem presentasikan dengan bahasa mudah dimengerti.	Mampu mem presentasikan dengan bahasa cukup dimengerti.	Mampu mem presentasikan dengan bahasa cukup dimengerti.	Mampu mem presentasikan dengan bahasa sulit dimengerti.
Alat pendukung presentasi (slide (PowerPoint/Canva dll), alat peraga fisik, video, infografis/poster, pointer, audio)	Menggunakan $\geq 3$ jenis alat/media bantu presentasi yang relevan, berfungsi baik, dan mendukung pemahaman audiens secara maksimal	Menggunakan 2 jenis alat/media bantu yang relevan dan berfungsi dengan baik untuk mendukung isi presentasi	Hanya menggunakan 1 jenis media bantu dengan fungsi cukup baik, namun kurang variasi atau kurang mendukung secara optimal	Tidak menggunakan media bantu, atau media bantu tidak relevan

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh} \times 100}{\text{Skor total}}$$

Indikator penilaian kreativitas peserta didik sebanyak 4 buah dengan rubrik dan skala penilaian sebagaimana diuraikan pada tabel 19.

**Tabel 19.** Rubrik Penilaian Kreativitas Peserta Didik Diadopsi dari Boss *et al.* (2013)

Indikator Kreativitas	Skor 4	Skor 3	Skor 2	Skor 1	Perolehan Skor
1. Memahami tujuan yang mendorong proses inovasi	Memahami secara mendalam tujuan inovasi dan mampu mengaitkannya dengan kebutuhan serta minat spesifik calon pengguna produk	Memahami tujuan dasar dari inovasi, namun pertimbangan terhadap kebutuhan dan minat calon pengguna masih terbatas atau belum mendalam	Menunjukkan pemahaman umum tentang inovasi, tetapi tidak mempertimbangkan kebutuhan atau minat calon pengguna secara jelas	Hanya mengikuti arahan tanpa memahami tujuan inovasi atau mempertimbangkan siapa yang membutuhkan solusi tersebut dan mengapa	
2. Menunjukkan perspektif yang berbeda dan kreatif selama diskusi	Menunjukkan perspektif yang berbeda dan kreatif selama diskusi, menggunakan $\geq 3$ sumber referensi (pendapat pakar, masyarakat/organisasi, buku teks, jurnal, web dll)	Menunjukkan ide kreatif yang cukup berbeda dan relevan, menggunakan 2 sumber referensi	Menunjukkan ide kreatif yang cukup berbeda dan relevan, menggunakan 1 sumber referensi	Menunjukkan ide yang umum dan tidak berkembang	
3. Menghasilkan beberapa alternatif solusi teknis	Mengajukan $\geq 3$ alternatif solusi dan ide rancangan rancangan atau pengembangan alat teknis yang relevan dan inovatif	Mengajukan 2 alternatif solusi dan atau solusi pengembangan alat teknis yang relevan dan realistik	Mengajukan 1 ide dasar tanpa pengembangan dan bersifat konvensional	Tetap berada dalam kerangka kerja yang ada, tidak mengembangkan ide baru atau hanya menyalin dari contoh	
4. Presentasi yang sangat menyenangkan, hidup, dan menarik bagi audiens	Presentasi sangat menarik, runtut, penuh visualisasi, jelas prinsip kerja dan manfaatnya	Presentasi cukup baik, informatif, dan jelas menyampaikan sebagian besar isi projek	Presentasi masih terbatas, kurang jelas atau kurang menarik	Presentasi tidak selesai, membingungkan, atau tidak disiapkan dengan baik	

Total Skor Maksimal = 20

Nilai Akhir = (Total Skor ÷ 20) × 100

### 3.4. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu pernggabungan penelitian kualitatif dan kuantitatif (Fetters *et al.*, 2013), dengan teknik analisis data sebagai berikut.

#### 3.4.1. Data Validitas

Peneliti menetapkan bahwa Modul Ajar dikatakan valid apabila hasil persentase yang didapat paling sedikit 60,1% sehingga bisa diuji kepraktisannya.

##### 1. Data Validitas

Data validitas diperoleh dari skala validasi isi serta validasi media dan desain yang diisi oleh validator, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

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

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari Arikunto (2011), seperti yang terlihat pada Tabel 20.

**Tabel 20.** Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

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

Berdasarkan Tabel 20, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori *valid* jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60 % dengan kriteria validitas sedang.

### **3.4.2. Data Kepraktisan**

Data kepraktisan diperoleh dari skala keterbacaan yang diisi oleh peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

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

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari (Arikunto, 2011) seperti yang terlihat pada Tabel 21.

**Tabel 21.** Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

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

Berdasarkan Tabel 21, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria kepraktisan sedang.

### **Data Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes (Keterampilan Unjuk kerja dan Kreativitas Peserta Didik)**

Validitas dan reliabilitas instrumen pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan *Software Anates*.

### 1. Validitas Instrumen

Validitas instrumen mengacu pada tingkat kebenaran penafsiran skor tes (Rosidin, 2017). Uji validitas konstruk perlu dilakukan untuk membandingkan hasil output  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5% dengan menetapkan derajat kebebasan terlebih dahulu, yaitu  $df = N - 2$ . Tabel kategori validitas lapangan berdasarkan perbandingan output  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  dapat dilihat pada Tabel 8 dan kriteria koefisien korelasi pada Tabel 22.

**Tabel 22.** Kriteria Kevalidan Instrumen Tes

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

### 2. Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui taraf kepercayaan suatu tes. Suatu tes dikatakan memiliki taraf kepercayaan yang tinggi apabila tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap (Arikunto, 2011). Penelitian ini menggunakan sebuah tes yang diuji cobakan satu kali. Reliabilitas tes diperoleh dari hasil analisis menggunakan *software AnatesV4*, kemudian diklasifikasi dengan koefisien korelasi reliabilitas yang dapat dilihat pada Tabel 23.

**Tabel 23.** Kriteria Koefisien Korelasi

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

### 2. Data Efektivitas

Data efektivitas diperoleh dari skor pretest dan posttest pada kelas eksperimen yang menerapkan program pembelajaran menggunakan strategi *design thinking*

terintegrasi *PjBL-STEM* dan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Perbedaan perlakuan pada kedua kelas adalah untuk meninjau ketercapaian keterampilan *creative problem solving* dan literasi numerasi pada peserta didik. Berdasarkan hal tersebut maka desain eksperimen yang digunakan adalah *Non-Equivalent Pretest-Posttest Control Group Desain*. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan uji normalitas, uji beda rata-rata, *N-Gain* dan uji dampak *ANCOVA*.

### 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 *software SPSS* melalui uji *one sample kolmogorov-smirnov* (Razali & Wah, 2011) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$  : Data terdistribusi secara normal

$H_1$  : Data tidak terdistribusi secara normal

Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak

Nilai sig. atau probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima

Sebagaimana dijelaskan dalam Suyatna (2017:12-14).

### 2. Uji Beda Rata – Rata

Uji beda rata-rata dilakukan setelah sampel dinyatakan berdistribusi normal, yaitu melalui Uji *Independent Sample t-Test* dengan meninjau *Levene's Test for Equality of Variances* yang menunjukkan hasil varian pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Hipotesis yang digunakan dalam homogenitas sebagai berikut.

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

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

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

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan rata-rata skor *creative problem solving* dan literasi numerasi peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol.

$H_1$  : Terdapat perbedaan rata-rata skor *creative problem solving* dan literasi numerasi peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak.

Nilai sig. atau probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima.

Sebagaimana dijelaskan dalam Suyatna (2017:22-28).

### 3. Uji dampak ANCOVA (*Analysis of Covariance*) dan *Effect Size*

Uji dampak ANCOVA dilakukan menggunakan *Software SPSS* untuk meninjau pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain (Field & Miles, 2010). Uji ini dilakukan melalui analisis analisis *general linear model- univariate*.

Hipotesis yang digunakan dalam ANCOVA

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata skor *creative problem solving* dan literasi numerasi peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol.

$H_1$  : Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata skor *creative problem solving* dan literasi numerasi peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak.

Nilai sig. atau probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima.

Sebagaimana dijelaskan dalam (Suyatna, 2017:22-28)

*Effect size* dapat dilihat dari hasil uji dampak ANCOVA, mengukur besarnya efek penggunaan program pembelajaran berbasis *PjBL-STEM* berorientasi *Deep*

*Learning* terhadap keterampilan unjuk kerja dan kreativitas peserta didik. Nilai *Effect size* yang diperoleh, kemudian diinterpretasikan dengan kategori menurut (Hake, 1999) pada Tabel 24.

Tabel 24. Kriteria Nilai Effect Size

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

#### 4. *N-gain*

Gain atau selisih antara skor *posttest* dan *pretest* menunjukkan peningkatan/stimulasi penguasaan konsep peserta didik setelah dilakukan pembelajaran, sedangkan *N-gain* (*Normalize gain*) digunakan untuk meninjau stimulasi yang terjadi terkategorii tinggi, sedang, atau rendah. Adapun rumus yang digunakan untuk *N-Gain* menurut Hake (1998) sebagai berikut.

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

Hasil *N-Gain* tersebut kemudian diinterpretasikan dengan kategori pada Tabel 25.

Tabel 25. Kategori Nilai N-gain

<b><i>N-Gain</i></b>	<b>Kategori</b>
< 0,3	Rendah
0,3 – 0,7	Sedang
>0,7	Tinggi

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis data hasil penelitian dan pembahasan tentang pengembangan Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Modul Ajar Projek IPAS yang valid berbasis PjBL-STEM berorientasi prinsip *Deep Learning* terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu data identitas modul, identifikasi modul (karakteristik peserta didik, materi pembelajaran, profil lulusan), desain pembelajaran, pengalaman belajar, dan asesmen pembelajaran. Prinsip *Mindful* (berkesadaran) mendasari tahap *Reflection* dan *Research* dimana peserta didik secara sadar memahami tujuan dan permasalahan yang akan diselesaikan. Prinsip *Meaningful* dan *Joyful* mendasari tahap *Discovery* dan *Application*, dimana peserta didik memiliki kesempatan untuk menyelidiki secara langsung, dan mengubah pengetahuan menjadi solusi nyata, mendesain dan membangun produk pembangkit listrik mikro berbasis induksi elektromagnetik sebagai energi alternatif ramah lingkungan secara menyenangkan dibawah bimbingan guru. Tahap terakhir yaitu *Communication* dengan prinsip *Meaningful*, dimana peserta didik dapat membagikan ide gagasan dan menerima *feedback* yang bersifat konstruktif. Keseluruhan proses pembelajaran dirancang secara menyenangkan, interaktif, dan memberi rasa pada pencapaian. Berdasarkan hasil uji validasi yang mencakup aspek konten, konstruk, bahasa, dan desain, modul ini dinyatakan layak untuk diimplementasikan dengan rata-rata persentase sebesar 91,6% dan termasuk dalam kategori “Sangat Valid.”

2. Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning* yang dikembangkan dinyatakan praktis untuk diimplementasikan berdasarkan hasil uji keterlaksanaan melalui observasi oleh guru dan uji kepraktisan melalui kuesioner kepada guru-guru projek IPAS yang tergabung dalam MGMP sekolah. Aspek keterlaksanaan memperoleh persentase 90,6% dengan kategori “Sangat Tinggi”, dan aspek kepraktisan melalui kuesioner mendapat persentase 90,7% dengan kategori “Sangat Tinggi”.
3. Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi prinsip *deep learning* dinilai efektif karena dapat meningkatkan kreativitas dan keterampilan unjuk kerja peserta didik pada kelas eksperimen daripada kelas kontrol dengan taraf kepercayaan 95%.

## 5.2. SARAN

Berdasarkan kesimpulan penelitian ini, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning* dengan topik induksi elektromagnetik sebagai pembangkit listrik sederhana, lebih efektif diterapkan jika peserta didik terlebih dahulu sudah memiliki konsep dasar tentang induksi elektromagnetik.
2. Guru yang akan menerapkan Modul Ajar Projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning* harus memberikan aktivitas yang lebih banyak untuk melatih dan memberikan pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya arus listrik yang dihasilkan oleh induksi elektromagnetik.
3. Guru yang akan menerapkan Modul Ajar Projek IPAS ini, harus menyiapkan berbagai literatur proses pembuatan pembangkit listrik berbasis induksi elektromagnetik untuk mengantisipasi peserta didik yang gagal dalam menghasilkan arus dalam rangkaian.
4. Modul ajar projek IPAS berbasis PjBL-STEM berorientasi *Deep Learning* bisa dikembangkan pada topik pembelajaran yang berbeda dan variabel capaian yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, I., Townsend, A., Johnston-Wilder, S., & Reynolds, L. (2009). *Literature review: Deep learning with technology in 14-to 19-year-old learners*. Institute of Education, University of Warwick.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–215.  
<https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Akbar. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya Offset.
- Alamsyah Yunus, A., Ali, S., Aqil Rusli Jurusan Fisika, M., & Universitas Negeri Makassar Kampus UNM Parangtambung Jln Daeng Tata Raya, F. (2016). Pengaruh Model Project-Based Learning Terhadap Hasil Belajar Fisika Dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 2(2), 60–68.
- Alves-Oliveira, P., Sequeira, P., Melo, F. S., Castellano, G., & Paiva, A. (2019). Empathic Robot for Group Learning: A Field Study. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, 8(1), 102–117. <https://doi.org/10.1145/3300188>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Anggriani, F., Wijayati, N., Susatyo, E. B., & Kharomah, D. (2019). Pengaruh Project-Based Learning Produk Kimia Terhadap Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(2), 2404–2413.
- Aransyah, A., Herpratiwi, H., Adha, M. M., Nurwahidin, M., & Yuliati, D. (2023). Implementasi Evaluasi Modul Kurikulum Merdeka Sekolah Penggerak Terhadap Peserta Didik SMA Perintis 1 Bandar Lampung. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 8(1), 136. <https://doi.org/10.33394/jtp.v8i1.6424>

- Arikunto S. (2011). *Dasar - Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi 3)*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Bumi Aksara.
- Arsyad, M., & Rathomi, A. (2025). Implementation of Project-Based Learning in STEM Education. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 5(3), 307–315. <https://injoe.org/index.php/INJOE/article/view/226>
- Artini, N. L. P. E. W., Agung, A. A. G., & Widiana, I. W. (2014). *Pengaruh Model Pembelajaran SAVI dan Asesmen Kinerja Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa*. 2(1).
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 93–114. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1915>
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Verbal Learning*. Grune and Stratton.
- Ayverdi, L., & Öz Aydin, S. (2020). *Meta-Analysis of Studies Examining the Effect of STEM Education on Academic Success*. Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education. 14(2), 38–39.
- Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan (BSKAP). (2024). *Kajian Akademik Kurikulum Merdeka* (ke-1, Vol. 1). Jakarta: Pusat Kurikulum dan Pengajaran.
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence of Project-Based STEM (PjbL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>
- Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence of Project-Based STEM (PjbL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>
- Bassey, H. Edet., George, A. Sefa., Abba, K. U., & Ari, Dr. J. T.-O. A. T. (2024). *Evaluation Of The 21 St Century Skills Among Young People in Calabar, Cross River State*. 10(24). <http://bit.ly/46ycu9w>
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>

- Bentz, V. M. (1992). *Pembelajaran Mendalam groups: Combining emotional and intellectual learning*. *Clinical Sociology Review*, 10(1), 71–89.
- Biazus, M. de O., & Mahtari, S. (2022). The Impact of Project-Based Learning (PjBL) Model on Secondary Students' Creative Thinking Skills. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 38–48. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.752>
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. New York: Academic Press.
- Bland, L. M., & Gareis, C. R. (2018). Performance Assessments: A Review of Definitions, Quality Characteristics, and Outcomes Associated with Their Use in K-12 Schools. *Teacher Educators' Journal*, 11(2), 52–69. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1174728>
- Bolstad, R., Gilbert, J., McDowall, S., Bull, A., Boyd, S., & Hipkins, R. (2012). *Supporting future-oriented learning & teaching: A New Zealand perspective (report to the Ministry of Education)*. Wellington: Ministry of Education / NZCER.
- Boss, S., Larmer, J., & Mergendoller, J. (2013). *PBL for 21st century success: teaching critical thinking, collaboration, communication, and creativity*. Buck Institute for Education 18 Commercial Boulevard, Novato, California 94949 USA.
- Bråten, O. M. H., & Skeie, G. (2020). 'Deep Learning' in Studies of Religion and Worldviews in Norwegian Schools? The Implications of the National Curriculum Renewal in 2020. *Religions*, 11(11), 579. <https://doi.org/10.3390/rel11110579>
- Bybee, R. W. (2014). The case for STEM education: Challenges and opportunity. *Science & Education*, 23(6), 1313–1337.
- Cahyono, T. H., Sumardi, I., & Sutiarso, S. (2021). UbD-LKPD Integrated Instruction Model: Its Effectiveness on Students' Learning Outcomes and Self-Efficacy in Mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1803(1), 012109.
- Capraro, R. M., & Slough, Scott. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? an Introduction to STEM Project-Based Learning. *STEM Project-Based Learning*, 20(5), 1–5. [https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_1)

- Carter, S. (2016). *Traditional vs. Project-Based Learning: The Effects on Student Performance and Motivation in Honors Level Mathematics Courses*. 2, 89–95.
- Cintang, N., Liesnoor Setyowati, D., & Sularti Dewanti Handayani, S. (2017). Perception of Primary School Teachers towards the Implementation of Project Based Learning Article Info. *JPE*, 6(2), 81–93. <https://doi.org/DOI 10.15294/jpe.v6i2.17552>
- Depitasari, R., Muchlis, E. E., & Irsal, N. A. (2021). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Setelah Pembelajaran Menggunakan LKPD dengan Model Inkuiiri. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 5(1), 58–70. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.5.1.58-70>
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Diana, N., Yohannes, & Sukma, Y. (2021). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012146>
- Enghagen, L. K. (1997). *Technology and Higher Education: Approaching the 21st Century*. National Education Association, Professional Library Series:208.
- Fadilah, E., Al Farizi, T., & Suartini, K. (2024). Pengaruh Model Context-Based Learning Berbantuan Simulasi PhET terhadap Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(1), 98–111. <https://doi.org/10.37329/cetta.v7i1.3047>
- Fariza, N. A., & Kusuma, I. H. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Kreativitas Siswa Sekolah Dasar. *Pubmedia Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Indonesia*, 1(3), 10. <https://doi.org/10.47134/ptk.v1i3.453>
- Fattah, N. (2008). *Landasan Manajemen Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Fetters, M. D., Curry, L. A., & Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs—principles and practices. *Health services research*. 2013, 48(6pt2), 2134–2156.
- Field, A., & Miles, J. (2010). *Discovering statistics using SAS*. Sage.

- Filippov, A. A. (2023). Technical progress as a factor in the development of the institute of education. *Izvestiya of Saratov University. Sociology. Politology*, 23(1), 22–27. <https://doi.org/10.18500/1818-9601-2023-23-1-22-27>
- Firdaus, M., & Wilujeng, I. (2018). Pengembangan LKPD inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(1), 26–40. <https://doi.org/10.21831/jipi.v4i1.5574>
- Fisk, P. (2017). “*Education 4.0 ... the Future of Learning Will Be Dramatically Different, in School and throughout Life.*” Last modified 2017. Retrieved from <https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taughttogether> (Also see Video ‘The Future of Learning’ on this site.)
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep learning: Engage the world, change the world.* . Thousand Oaks, CA: Corwin (a SAGE company).
- Gamal Ahmed Labib al-Tonsi, H. (2019). *Applying Understanding by Design (UbD) in Education 2.0*. 25(25), 452–488. <https://doi.org/10.21608/jftp.2019.41691>
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Gavit, Dr. V. (2025). Fostering 21st Century Skills: A Comprehensive Approach To Skill Development In Education. *Journal of East-West Thought*, 15(2). <https://doi.org/10.7492/9bfzdv39>
- Gloria, R. Y., Sudarmin, S., & Indriyanti, D. R. (2020). The effectiveness of formative assessment with understanding by design (UbD) stages in forming habits of mind in prospective teachers. *In Journal of Physics: Conference Series* , 983(1), 012158.
- Greca Dufranc, I. M., García Terceño, E. M., Fridberg, M., Cronquist, B., & Redfors, A. (2020). Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948>
- Guilford, J. P. (1988). *Some changes in the structure-of-intellect model. Educational and Psychological Measurement*. 48(1), 1–4.
- Hake, R. R. (n.d.). ANALYZING CHANGE/GAIN SCORES\* †. <http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&P=R6855>

- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. American Educational Research Association. [online] tersedia di.  
<http://www.physics.indiana.edu/~sdi/ AnalyzingChange-Gain.pdf>.
- Hallström, J., & Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 5–10. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>
- Handayani, K., Mariani, S., & Asikin, M. (2021). Mathematics Communication Skill Seen from Self Efficacy on Project Based Learning Model with Realistic Approach Assisted by Web-Video. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 10(2), 2021–2105.  
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer>
- Hanum, F. F., & Suprayekti. (2019). *Penerapan Teknologi Pendidikan Di Lembaga Pendidikan Nonformal*. 14(1), 10–16.  
<https://doi.org/http://doi.org/JIV.1401.1>
- Hattie, J. A. C., & Donoghue, G. M. (2016). Learning strategies: a synthesis and conceptual model. *Npj Science of Learning*, 1(1), 16013.  
<https://doi.org/10.1038/njscilearn.2016.13>
- Hermes, J., & Rimanoczy, I. (2018). Deep learning for a sustainability mindset. *The International Journal of Management Education*, 16(3), 460–467.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijme.2018.08.001>
- Hindradi, H., Roshayanti, F., Khoiri, N., & Hayat, M. S. (2024). Profil Kreativitas Dan Kemampuan Dasar Bekerja Ilmiah (KDBI) Peserta Didik Dalam Pembelajaran IPAS Di SMK Bhakti Mulia Wonogiri. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Di Sekolah*, 5(2), 357–365.  
<https://doi.org/10.51874/jips.v5i2.251>
- Husna, A., & Cahyono, E. (2018). The Effect of Project Based Learning Model Aided Scratch Media Toward Learning Outcomes and Creativity Article Info. *JISE*, 8(1), 1–7. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Karaçalli, S., & Korur, F. (2014). The Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement, Attitude, and Retention of Knowledge: The Subject of "Electricity in Our Lives." *School Science and Mathematics*, 114(5), 224–235. <https://doi.org/10.1111/ssm.12071>
- Kartini, K., Astra, I. M., & Fahdiran, R. (2023). *Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Menggunakan Microsoft Sway Pada Materi Gerak Parabola SMA Kelas X*. 11(11), 15–29.  
<https://doi.org/10.21009/03.1102.pf40>

- Kemendikdasmen. (2025). *Pembelajaran Mendalam, Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua* (pertama, Vol. 1, pp. 25–34). Puskur BSKAP Kemendikdasmen.
- Kohn, A. (2015). *Progressive Education: Why it's Hard to Beat, But Also Hard to Find*. Bank Street College of Education. Diakses Dari <Https://Educate.Bankstreet.Edu/Progressive/2>.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016a). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016b). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kolb, D. A. (1981). *Experiential Learning Theory and the Learning Style Inventory: A reply to Freedman and Stumpf*. *Academy of Management Review*, 6(2), 289–296.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed).
- Kovač, V. B., Nome, D. Ø., Jensen, A. R., & Skreland, L. Lj. (2025). The why, what and how of deep learning: critical analysis and additional concerns. *Education Inquiry*, 16(2), 237–253. <https://doi.org/10.1080/20004508.2023.2194502>
- Kwon, H., & Lee, Y. (2025). A meta-analysis of STEM project-based learning on creativity. *STEM Education*, 5(2), 275–290. <https://doi.org/10.3934/steme.2025014>
- Laboy-Rush, D. (2010). Integrated STEM education through game-based Learning. *Learning*, 4(2), 2238–2242. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020-381>
- Langer, E. J. (1997). The Power of Mindful Learning. *Addison-Wesley*.
- Lase, D. (2019). Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *Sundermann: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains, Humaniora Dan Kebudayaan*, 12(2), 28–43. <https://doi.org/10.36588/sundermann.v1i1.18>
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2). <https://doi.org/10.29303/jpmi.v4i2.668>

- Lee, C.-D. (2014). Worksheet Usage, Reading Achievement, Classes' Lack of Readiness, and Science Achievement: A Cross-Country Comparison. In *International Journal of Education in Mathematics* (Vol. 2, Issue 2).
- Lou, S.-J., Shih, R.-C., Ray Diez, C., & Tseng, K.-H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195–215. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>
- Lubinga, S., Maramura, T. C., & Masiya, T. (2023). The Fourth Industrial Revolution Adoption: Challenges in South African Higher Education Institutions. *Journal of Culture and Values in Education*, 6(2), 1–17. <https://doi.org/10.46303/jcve.2023.5>
- Lynch, R. (2003). Authentic, performance-based assessment in ESL/EFL reading instruction. *Asian EFL Journal*, 5(4), 1–28.
- Markula, A., & Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x>
- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On Qualitative Differences In Learning: I—Outcome And Process\*. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4–11. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x>
- Meita, L., Furi, I., Handayani, S., Maharani, S., Pendidikan, P., Agroindustri, T., Teknologi, P., & Kejuruan, D. (2018). Eksperimen Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Project Based Learning Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreativitas Siswa Pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. In *Jurnal Penelitian Pendidikan* (Vol. 35).
- Mohd Razali, N., & Bee Wah, Y. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. In *Journal of Statistical Modeling and Analytics* (Vol. 2, Issue 1).
- Moseley, A. (2018). Real-Life Contexts in Learning Games. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(4), 18–31. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018100102>
- Mubarok, A. S., Nurazizah, Z., Herawan, E., & Putri, D. P. (2025). Deep Learning with Project-Based Learning (PjBL) Model for Student Creativity.

- Pedagogia : Jurnal Pendidikan*, 14(2), 239–252.  
<https://doi.org/10.21070/pedagogia.v14i2.1957>
- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM Berbantuan ICT untuk Meningkatkan Keterampilan Abad. *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), 28–35.  
<https://doi.org/10.35580/sainsmat82107172019>
- Munandar, U. (1999). Pengembangan kreativitas anak berbakat. In 9795188313, 9789795188315. Departemen Pendidikan & Kebudayaan.
- Nasution, W. N. (2017). Perencanaan Pembelajaran: Pengertian, Tujuan Dan Prosedur. *Ittihad: Jurnal Pendidikan*, 1(2), 185–195.
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 480.  
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2925>
- Nizaar, M. (2022). Students' Science Process Skills in using Worksheets Integrated with Entrepreneurship. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(4), 6395–6402. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i4.2504>
- Nuraeni, E., Nurdini, Herpiandi, W., & Sudarmi. (2023). *Buku Panduan Guru Projek IPAS SMK/MAK KELAS X*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- OECD. (2020). PISA 2018 Results (Volume VI) Are Students Ready to Thrive in an Interconnected World. In *Paris: OECD*.  
[https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-vi\\_d5f68679-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-vi_d5f68679-en.html)
- Ozyurt, M., Kan, H., & Kiyikci, A. (2021). The Effectiveness of Understanding by Design Model in Science Teaching: A Quasi-experimental Study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 21(94).  
<https://doi.org/10.14689/ejer.2021.94.1>
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., & Sauber, S. B. (2011). Combining Nonoverlap and Trend for Single-Case Research: Tau-U. *Behavior Therapy*, 42(2), 284–299. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2010.08.006>
- Pazaver, A., & Kitada, M. (2025). Integrating twenty-first century skills into STCW competences: implications for maritime education and training. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 29(4). <https://doi.org/10.1007/s13437-025-00368-7>

- Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds). (2010). *An introduction to educational design research. SLO Netherlands Institute for Curriculum Development.*
- Prajoko, S., Sukmawati, I., Maris, A. F., & Wulanjani, A. N. (2023). Project Based Learning (PjBL) Model with STEM Approach on Students' Conceptual Understanding and Creativity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 401–409. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i3.42973>
- Pramesti, D., Probosari, R. M., & Indriyanti, N. Y. (2022). Effectiveness of Project Based Learning Low Carbon STEM and Discovery Learning to Improve Creative Thinking Skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(3), 444–456. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v3i3.156>
- Prastowo, A. (2012). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Pratama, H., & Prastyaningrum, I. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 6(2), 44–50.
- Prihatin, R., Sukmawati, F., Santosa, E. B., Cahyono, B. T., & Juwita, R. (2025). The effectiveness of PjBL-STEM learning models in improving High school students' deep learning skills in Artificial Intelligence topics. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(4), 484–490. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i4.7875>
- Purwanto, M. N. (2010). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Pusat Informasi Guru Kemendikbudristek. (2023). *Pengertian Capaian Pembelajaran (CP)*. Diakses Dari <Https://Pusatinformasi.Guru.Kemendikdasmen.Go.Id/Hc/Id/Articles/14150208845081-Pengertian-Capaian-Pembelajaran-CP>.
- Pusat Kurikulum dan Pembelajaran (Puskurjar). (2023). *Kurikulum dan Pembelajaran. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi*. Diakses Dari <Https://Puskur.Kemdikbud.Go.Id/KurikulumDanPembelajaran>.
- Rahmania, I. (2021a). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161–1167. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i1.1727>
- Rahmania, I. (2021b). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest*

- International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161–1167.  
<https://doi.org/10.33258/birci.v4i1.1727>
- Rahmayanti, R., & Kurniati, E. (2010). *Psikologi perkembangan anak usia dini: Kreativitas dan pembelajarannya*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Ratih Yuniastri, I. H. R. D. P. R. S. (2023). Peningkatan Kompetensi Keterampilan Siswa Smk Melalui Pelatihan Pengolahan Produk Berbasis Komoditi Lokal. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(8).  
<http://bajangjournal.com/index.php/J-ABDI>
- Rehman, N., Huang, X., Batool, S., Andleeb, I., & Mahmood, A. (2024). Assessing the Effectiveness of Project-Based Learning: A Comprehensive Meta-Analysis of Student Achievement between 2010 and 2023. *ASR: Chiang Mai University Journal of Social Sciences and Humanities*, 11(2).  
<https://doi.org/10.12982/CMUJASR.2024.015>
- Reynolds, C. R. (2010). Behavior Assessment System for Children. In *The Corsini Encyclopedia of Psychology* (pp. 1–2). Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0114>
- Reynolds, C. R., Livingston, R. B., & Willson, V. (2010). *Measurement and Assessment in Education* (Second Edition, pp. 4–6). Pearson, New Jersey.  
<http://bit.ly/3G44PGN>
- Ringo, I. K. S., Aminatun, T., Wilujeng, I., & Nurohman, S. (2023). Electronic Worksheet-Based Problem Based-Learning (PBL) Toward Problem-Solving in Science Education: Need Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 299–304. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2579>
- Rocabado, F., & Duñabeitia, J. A. (2022). Assessing Inhibitory Control in the Real World Is Virtually Possible: A Virtual Reality Demonstration. *Behavioral Sciences*, 12(11), 444. <https://doi.org/10.3390/bs12110444>
- Rodrigues, H. de A., Santos, Y. Y. S. dos, Woodburn, A., Culver, D. M., & Galatti, L. R. (2025). *University-Based Coach Education: The Use Of Digital Technologies To Provide A Learner-Centered Teaching*. 64(1), 403–415.  
<https://doi.org/10.47197/retos.v64.105673>
- Rosidin, U. (2017). *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Media Akademi.
- Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent Thinking as an Indicator of Creative Potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66–75.  
<https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>

- Rusydan, F., & Sujatmiko, B. (2021). Studi Literatur Efek Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Keahlian Pemecahan Masalah pada Peserta Didik Rekayasa Perangkat Lunak di Sekolah Menengah Kejuruan. *IT-Edu: Jurnal Information Technology and Education*, 6(1), 755–762.
- Sabina Khairunnisa, Fitriani Fitriani, & Safran Safran. (2023). Inovasi Dalam Perencanaan Pembelajaran Untuk Mendorong Keaktifan Dan Kreativitas Siswa. *Jurnal Yudistira : Publikasi Riset Ilmu Pendidikan Dan Bahasa*, 2(1), 193–197. <https://doi.org/10.61132/yudistira.v2i1.417>
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills On Static Fluid Topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i2.1805>
- Sagala, S. (2010). *Sertifikasi Guru*. Diakses Pada 20 Agustus 2025 Dari <Http://Sertifikasiguru.Org/Uploads-/File/Panduan.12>.
- Samsudin, A., & Liliawati, W. (2022). *Effectiveness of Project Based Learning Integrated STEM in Physics Education (STEM-PJBL)*. 12(1), 120–139.
- Schmelzing, S. , C. G. , & J. R. (2010). *Mainstreaming Education for Sustainable Development at Schools: Perspectives from Teacher Educators. Sustainability*. 12(18), 7491.
- Sherly, E. D. H. B. S. (2020). Merdeka Belajar: Kajian Literatur. *UrbanGreen Conference Proceeding Library*, 1–2.
- Simamora, R. (2022). The Effectiveness of Project-Based Learning Integrated with STEM on Students' Problem-Solving Skills. *International Journal of Instruction*, 15(3), 123–138. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1539a>
- Sinaga, E. M., & Sipayung, A. D. (2023). Pengembangan Diri Berpikir Kritis, Kreatif, dan Inovatif Bagi Siswa-Siswi Dalam Pembelajaran IPA di SD Katolik Budi Murni 6 Medan. *Jurnal Mutiara Pendidikan Indonesia*, 8(2), 24–27. <https://doi.org/10.51544/mutiarapendidik.v8i2.4498>
- Slavin, R. E. (2008). Psikologi pendidikan teori dan praktik . In Jakarta (Edisi ke 8, pp. 319–321). Jakarta, Mpt Macan Jaya Cemerlang.
- Smith, T. W., & Colby, S. A. (2007). Teaching for Deep Learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 80(5), 205–210. <https://doi.org/10.3200/TCHS.80.5.205-210>
- Sopiatin, P. (2010). *Manajemen Belajar Berbasis Kepuasan Siswa*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

- Sudjana. (2005). *Metode Statistik (6th Ed)*. PT. Tarsito.
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Media Akademi.
- Tan, Aik-Ling, Yann Shiou Ong, Yong Sim Ng, & Jared Hong Jie Tan. (2023). “STEM problem solving: Inquiry, concepts, and reasoning.” *Science & Education*. 32(2), 381–397.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*.
- Thi-Kim Le Ho Chi, T. (2018). *Project-based Learning in 21st Century: A Review of Dimensions for Implementation in University-level Teaching and Learning*. <https://www.researchgate.net/publication/352977987>
- Torrance, E. P. (1972). Predictive Validity of the Torrance Tests of Creative Thinking\*. *The Journal of Creative Behavior*, 6(4), 236–262. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1972.tb00936.x>
- Umar, M. A. (2016). Penerapan Pendekatan Saintifik dengan Menggunakan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning) pada Mata Pelajaran Kimia. *Jurnal Entropi*, 11, 132–138.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development*. Diakses Pada 15 Oktober 2024 Dari <Https://En.Unesco.Org/Themes/Education-Sustainable-Development>.
- UTokyo, H. (2020). *Society 5.0: A People-centric Super-smart Society*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4>
- Wang, S., & Zhang, D. (2019). Student-centred teaching, deep learning and self-reported ability improvement in higher education: Evidence from Mainland China. *Innovations in Education and Teaching International*, 56(5), 581–593. <https://doi.org/10.1080/14703297.2018.1490662>
- Widiyono, A., & Millati, I. (2021). Peran Teknologi Pendidikan dalam Perspektif Merdeka Belajar di Era 4.0. In *JET: Journal of Education and Teaching* (Vol. 2, Issue 1).
- Winch, C. (2017). *Teachers' Know-How*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119355700>
- Wulan, A. R. (2018). *Menggunakan Asesmen Kinerja untuk Pembelajaran Sains dan Penelitian*. Bandung: UPI PRESS.

- Yanti, Y. E., Cholifah, T. N., Rustantono, H., Rasyid, H., Ammany, T. N., Fidayanti, L. N., Ningsih, A. A., Asy'ari, M. H., Almaidah, E., Hidayah, U., & Damaiyanti, F. (2023). Pendampingan Literasi Numerasi Dan Adaptasi Teknologi Sebagai Upaya Dalam Mendukung Penerapan Kurikulum Merdeka di SDN 03 Gondanglegi. *Jurnal Edukasi Pengabdian Masyarakat*, 2(4), 238–245. <https://doi.org/10.36636/eduabdimas.v2i4.3294>
- Yao, J., Sun, H., Tian, Y., & Gu, H. (2019). Project-Based Learning in Chinese Middle-School Students Is More Effective than the Traditional Teaching Method: An Experimental Study. *Science Insights Education Frontiers*, 2(2), 115–121. <https://doi.org/10.15354/sief.19.ar052>
- Zakiah, N. E., Fatimah, A. T., & Sunaryo, Y. (2020). *Implementasi Project-Based Learning Untuk Mengexplorasi Kreativitas Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Mahasiswa*. 2(5), 285–293. <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/teorema/article/view/4194>