

**PENGEMBANGAN PANDUAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR MIKRO ENERGI TERBARUKAN UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK**

(Skripsi)

Oleh

**TRI LESTARI
NPM 2013022058**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN PANDUAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR MIKRO ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

Oleh

Tri Lestari

Pendidikan menjadi kunci utama dalam membentuk individu yang memiliki pemahaman mendalam tentang isu-isu kontemporer dan keterampilan yang relevan untuk menghadapi tantangan masa depan. Salah satu keterampilan utama yang ditekankan dalam pembelajaran abad 21 adalah berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan yang valid dan praktis. Panduan proyek yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang dikembangkan berdasarkan capaian pembelajaran kelas X fisika fase E kurikulum merdeka. Panduan proyek ini juga dikembangkan dengan enam indikator berpikir kritis yaitu: *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation, dan self-regulation*. Penelitian ini menggunakan *Design & Development Research (DDR)* yang terdiri dari 4 tahap yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Hasil uji validitas kategori validasi media desain dan validasi materi konstruk memperoleh skor rata-rata 3,69 didapat nilai persentase sebesar 92,25% dengan kriteria sangat valid. Uji kepraktisan produk dinilai berdasarkan uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik di SMA Negeri 1 Menggala yang telah diujikan mendapat persentase rata-rata sebesar 89,58% dengan kriteria sangat praktis. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa panduan proyek yang dikembangkan valid dan praktis. Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam pembelajaran Fisika SMA untuk melatih peserta didik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Kata kunci: Energi Terbarukan, Keterampilan Berpikir Kritis, Panduan Proyek,

**PENGEMBANGAN PANDUAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR MIKRO ENERGI TERBARUKAN UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK**

Oleh

Tri Lestari

Skripsi

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

Pada

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



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

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN PANDUAN PROYEK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR
MIKRO ENERGI TERBARUKAN UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK**

Nama : **Tri Testari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2013022058**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. Komisi Pembimbing

Drs. Eko Suyanto, M.Pd.
NIP. 19640310 199112 1 001

Wayan Suana, S.Pd., M.Si.
NIP. 19851231 200812 1 001

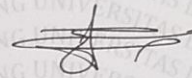
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

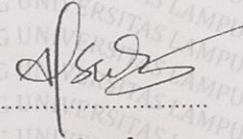
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

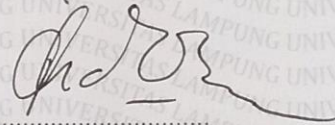
Ketua : Drs. Eko Suyanto, M.Pd.



Sekretaris : Wayan Suana, S.Pd., M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si. 6

9851230 199111 1 01

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 April 2024

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Tri Lestari
NPM : 2013022058
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Jalan Lintas Timur Kibang, Kecamatan Menggala,
Kabupaten Tulang Bawang, Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan 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 dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 18 April 2024



Tri Lestari
2013011058

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Tri Lestari. Penulis dilahirkan di Menggala pada tanggal 13 September 2002 sebagai anak kedua dari 4 bersaudara pasangan Bapak Wandu dan Ibu Musdalina.

Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 7 Lebu Dalem pada tahun 2008 dan diselesaikan pada tahun 2014, melanjutkan di SMP Negeri 1 Menggala pada tahun 2014 yang diselesaikan pada tahun 2017 dan masuk SMA Negeri 1 Menggala yang diselesaikan pada tahun 2020. Tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2023 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di kampung Tiuh Balak I, Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan dan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di UPT SDN 1 Taman Asri, kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan. Selama menjadi mahasiswa penulis memiliki beberapa pengalaman organisasi yaitu sebagai Eksakta Muda Himasakta pada tahun 2021 dan menjadi anggota divisi almafika Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA).

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyira :5)

“Jalani kehidupan yang ada dengan sepenuhnya, dan fokus pada segala hal positif”

(Matt Cameron)

“Teruslah maju, dan ingat perjuanganmu dan orang tuamu”

(Tri Lestari)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala yang senantiasa memberikan limpahan rahmat-Nya dan semoga shalawat senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad *shallallahu alaihi wasallam*. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda bakti kasih tulus dan mendalam kepada :

1. Orang tuaku tercinta, Bapak Wandu dan Ibu Musdalina. yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendoakan, serta mendukung segala bentuk perjuangan anaknya. Semoga Allah senantiasa menguatkan langkahku untuk selalu membahagiakan dan membanggakan kalian.
2. Saudariku tersayang Tara Ismiah, Tika Pebrianti dan Tiara Indah yang telah memberikan doa dan semangatnya untuk segala perjuanganku;
3. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung;
4. Almamater tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan Panduan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro Energi Terbarukan untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Shalawat dan salam tak lupa di sanjungkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW yang di nantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Penulis menyadari bahwa terdapat bantuan dari berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung;
5. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd, selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing I, atas kesabaran dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritik, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
6. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku pembimbing II, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, dan kritik, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;

7. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd., selaku Pembahas dan validator yang telah memberikan bimbingan dan saran perbaikan skripsi ini;
8. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., dan Ibu Indah Utari Akip, S.Pd. selaku validator produk atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan saran, semangat, dan motivasi kepada penulis;
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
10. Ibu Siti Nursiah, S.Pd.I., M.Pd.I. selaku Kepala SMA Negeri 1 Menggala yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian;
11. Ibu Indah Utari Akip, S.Pd selaku Guru SMA Negeri 1 Menggala yang telah memberikan banyak bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
12. Peserta didik kelas X6 yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran;
13. Teman-teman seper bimbingan akademik (Elsa Ayuningtyas Wahyudi, Annisa Qurottul Aini, Putri Permata Sari) yang telah memberikan semangat dan masukan serta bantuannya demi kelancaran penyelesaian skripsi;
14. Teman-teman seperjuangan Fluida yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu;
15. Keluarga Besar ALMAFIKA FKIP UNILA yang tidak bisa disebutkan satu per satu;
16. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, serta berkenan membalas segala kebaikan yang diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat di kemudian hari.

Bandar Lampung, 18 April 2024
Penulis

Tri Lestari
2013011058

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Penelitian Pengembangan	8
2.2. Model Pembelajaran <i>Project-based Learning</i> (PjBL)	9
2.3. Panduan Proyek	12
2.4. Keterampilan Berpikir Kritis	15
2.5. Keterkaitan Panduan Proyek dengan Kemampuan Berpikir Kritis	17
2.6. Energi Terbarukan	19
2.7. Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro.....	20
2.7.1. Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro	20
2.7.2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro	22
2.8. Penelitian yang Relevan.....	24
2.9. Kerangka Berpikir.....	25
III. METODE PENELITIAN	28
3.1. Desain Penelitian Pengembangan	28
3.2. Prosedur Penelitian Pengembangan	28
3.2.1. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	30
3.2.2. Tahap Desain (<i>Design</i>)	30
3.2.3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	33
3.2.4. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	34

3.3. Instrumen Penelitian	34
3.3.1. Angket Validasi Produk	34
3.3.2. Angket Uji kepraktisan	35
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.5. Teknik Analisis Data.....	36
3.5.1. Analisis Data Validasi	37
3.5.2. Analisis Data Uji Kepraktisan	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.2. Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Langkah-langkah Metode <i>Project Based Learning</i>	10
2. Indikator Berpikir Kritis.....	16
3. Keterkaitan Kegiatan Panduan Proyek dengan Indikator Berpikir Kritis yang digunakan Dalam Penelitian.....	18
4. Penelitian Relevan.....	24
5. <i>Storyboard</i> Panduan Proyek.....	32
6. Skala <i>Likert</i> pada Uji Validasi Produk.....	35
7. Skala <i>Likert</i> pada Angket Uji Kepraktisan.....	35
8. Teknik Analisis Data.....	36
9. Konversi Skor Uji Validasi	38
10. Kriteria Hasil Persentase Kelayakan	38
11. Konversi Skor Kepraktisan	39
12. Hasil Uji Validitas Media dan Desain.....	Error! Bookmark not defined.
13. Hasil Uji Validitas Materi dan Konstruksi	Error! Bookmark not defined.
14. Saran dan Perbaikan oleh Validator	Error! Bookmark not defined.
15. Hasil Uji Keterbacaan Panduan Proyek	Error! Bookmark not defined.
16. Hasil Uji Persepsi Guru.....	Error! Bookmark not defined.
17. Hasil Uji Respon Peserta Didik	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro	21
2. Turbin Generator	22
3. Kerangka Pemikiran.....	27
4. Diagram Alur Penelitian	29
5. Cover Panduan Proyek.....	31
6. Desain Alat Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro.....	32
7. Alat saat dilakukan Aktivitas Proyek.....	Error! Bookmark not defined.
8. Contoh Jawaban Peserta Didik pada Aktivitas Proyek 2.	Error! Bookmark not defined.
9. Perbaikan dari Validator, (a) Produk sebelum dilakukan revisi. (b) Produk setelah dilakukan revisi	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Penelitian Pendahuluan.....	Error! Bookmark not defined.
2. Kisi-kisi Angket Analisis Kebutuhan Guru	Error! Bookmark not defined.
3. Angket Analisis Kebutuhan Guru	Error! Bookmark not defined.
4. Kisi-kisi Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.
5. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.
6. Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Guru ..	Error! Bookmark not defined.
7. Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik..	Error! Bookmark not defined.
8. Kisi-kisi Angket Uji Validasi.....	Error! Bookmark not defined.
9. Lembar Hasil Uji Validitas Panduan Proyek	Error! Bookmark not defined.
10. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Media dan Desain.....	Error! Bookmark not defined.
11. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Materi dan Konstruk ..	Error! Bookmark not defined.
12. Perhitungan Persentase Rata-rata Uji Validitas	Error! Bookmark not defined.
13. Surat Izin Penelitian	Error! Bookmark not defined.
14. Surat Balasan Izin Penelitian	Error! Bookmark not defined.
15. Surat Keterangan Penggunaan Media Pembelajaran	Error! Bookmark not defined.
16. Lembar Angket Uji Keterbacaan Panduan Proyek Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.
17. Kisi-Kisi Lembar Persepsi Guru	Error! Bookmark not defined.
18. Lembar Hasil Uji Persepsi Guru	Error! Bookmark not defined.
19. Kisi-kisi Lembar Angket Uji Respon Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.
20. Lembar Angket Uji Respon Peserta Didik.....	Error! Bookmark not defined.

21. Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan Panduan Proyek **Error! Bookmark not defined.**
22. Rekapitulasi Hasil Uji Persepsi Guru terhadap Panduan Proyek..... **Error! Bookmark not defined.**
23. Rekapitulasi Hasil Uji Respon Peserta Didik...**Error! Bookmark not defined.**
24. Perhitungan Rekapitulasi Rata-rata Uji Kepraktisan **Error! Bookmark not defined.**
25. Dokumentasi**Error! Bookmark not defined.**
26. Produk Panduan Proyek secara Keseluruhan...**Error! Bookmark not defined.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah memberikan dampak positif di berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pendidikan (Saodah dkk., 2020). Dalam era globalisasi, pendidikan menjadi kunci utama dalam membentuk individu yang memiliki pemahaman mendalam tentang isu-isu kontemporer dan keterampilan yang relevan untuk menghadapi tantangan masa depan. Pendidikan abad ke-21, yang sering disebut sebagai pembelajaran abad 21, dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan literasi, pengetahuan, keterampilan, sikap, dan penguasaan terhadap teknologi.

Pembelajaran abad 21 menuntut tidak hanya kemampuan guru dalam bersaing secara global dalam membimbing, mengarahkan, dan memfasilitasi proses pembelajaran, tetapi juga menekankan bahwa peserta didik harus menguasai keterampilan abad 21. Beberapa keterampilan yang perlu dikembangkan pada abad 21 melibatkan berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, kolaborasi, serta keterampilan informasi, media, dan teknologi (IMTS) (Urbani *et al.*, 2017).

Salah satu keterampilan utama yang ditekankan dalam pembelajaran abad 21 adalah berpikir kritis. Keterampilan ini membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, inovasi, dan pemahaman yang lebih mendalam. Kemampuan berpikir kritis, sebagai suatu keahlian yang dapat dipelajari dan dilatihkan, memungkinkan seseorang untuk

menganalisis permasalahan, memecahkan masalah, membuat keputusan, dan memahami solusi atas permasalahan yang dihadapi (Fathiara dkk., 2019). Peningkatan keterampilan berpikir kritis dapat dicapai melalui latihan tugas dan praktik yang berkelanjutan, di mana siswa dilibatkan dalam menganalisis masalah secara faktual (Mahrawi dkk., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2015) menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, dikarenakan kurangnya pemahaman konsep oleh peserta didik terutama pada pembelajaran fisika. Keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan terutama dalam konteks pembelajaran fisika. hal ini diperlukan karena pada mata pembelajaran fisika melibatkan berbagai macam masalah yang mengharuskan solusi-solusi khusus berdasarkan pengalaman yang dimiliki. Sejalan dengan itu penelitian yang dilakukan oleh Zahroh (2020) menyatakan kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah disebabkan oleh pembelajaran yang berfokus pada apa yang guru sampaikan, yang bersifat ceramah dan diskusi. Maka diperlukan pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik, dimana perhatian diberikan pada interaksi peserta didik. Menurut Zahro dalam penelitiannya, pembelajaran yang cocok digunakan dalam melatih keterampilan berpikir kritis yaitu pembelajaran berbasis proyek (PjBL).

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan dengan wawancara dan penyebaran angket pada guru fisika SMAN 1 Menggala dan SMAN 1 Padang Cermin dengan responden guru fisika dan peserta didik. Angket berisikan informasi yang menganalisis kemampuan peserta didik, didapatkan bahwa guru fisika menyatakan sebesar 36,36% kemampuan berpikir kritis telah dicapai peserta didik. diperoleh informasi juga bahwa pembelajaran fisika lebih cenderung dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan pembelajaran yang bisa melibatkan peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran dengan melakukan percobaan atau proyek. Menurut Capraro *et al.* (2013) pembelajaran berbasis proyek bersifat menantang dan memotivasi, karena menuntut peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Pembelajaran berbasis proyek menitik beratkan pada keterlibatan peserta didik secara aktif dalam aktivitas nyata. Peserta didik belajar konsep-konsep dasar dan lebih lanjut menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari untuk membantu peserta didik memecahkan masalah yang dihadapinya (Nurogo & Wijanarka, 2015).

Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek membutuhkan fasilitas laboratorium yang memadai dan penggunaan media pembelajaran yang sesuai, termasuk panduan proyek. Kehadiran panduan proyek menjadi hal penting untuk memastikan kelancaran pelaksanaan proyek dan mencapai tujuan pembelajaran. Panduan proyek berperan signifikan dalam memberikan petunjuk dan struktur yang jelas kepada peserta didik mengenai langkah-langkah yang perlu diambil dalam menjalankan proyek. Pembuatan panduan proyek tidak hanya memberikan pengalaman belajar langsung kepada siswa, tetapi juga membantu mereka mengatasi konsep fisika yang abstrak dengan merinci menjadi lebih konkret, sekaligus mendorong perkembangan keterampilan berpikir kritis.

Energi terbarukan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui secara berkelanjutan seperti energi, surya, angin, air, panas bumi dan biomassa. Panduan proyek ini, yang difokuskan yaitu pada materi energi terbarukan dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga air mikro. pembangkit listrik tenaga air mikro dapat menjadi alternatif potensial untuk mengatasi masalah ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dengan memanfaatkan air sebagai sumber utama energi listrik. Sebagai sumber daya energi yang tidak mencemari lingkungan, tenaga air merupakan opsi menarik sebagai sumber tenaga untuk menghasilkan listrik. Ketersediaan

aliran air yang berkelanjutan secara alami menjadikan tenaga air sebagai salah satu alternatif energi terbarukan (Miroah dkk., 2015). Konsep yang ada pada materi energi terbarukan diharapkan lebih mudah dipahami oleh peserta didik jika dikaitkan dengan lingkungan sekitarnya, karena bisa kita ketahui bahwa setiap daerah mempunyai potensi dalam bidang energi terbarukan sehingga akan menjadi sangat baik apabila potensi tersebut diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan (Budiarso, 2016).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pratama dan Prastyaningrum (2016) pembelajaran keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan pendidik dengan pembelajaran menggunakan strategi-strategi pembelajaran konstruktivistik yang berpotensi memberdayakan keterampilan berpikir kritis, seperti pembelajaran berbasis proyek. Hasil penelitian Dinantika dkk., (2019) dalam penerapan pembelajaran berbasis proyek pada materi energi terbarukan, terdapat peningkatan kemampuan dan pemahaman peserta didik mengenai konsep fisika. Salah satu kekurangan dalam pembelajaran berbasis proyek adalah terbatasnya ketersediaan peralatan praktikum di laboratorium (Suhanda & Suryanto, 2018).

Hasil analisis kebutuhan yang dilakukan dengan wawancara dan penyebaran angket pada guru fisika SMAN 1 Menggala dan SMAN 1 Padang Cermin dengan responden guru fisika dan peserta didik. diperoleh informasi bahwa pembelajaran fisika materi energi terbarukan lebih cenderung dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi sehingga pada aktivitas pembelajaran terkadang membuat peserta didik merasa bosan, di kedua sekolah tersebut juga belum terdapat buku panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan dengan keterbatasan pelaksanaan dan alat praktikum.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini yaitu (Miroah dkk., 2015) mengembangkan media pembelajaran energi terbarukan menggunakan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Dan

penelitian oleh Pratama dan Prastyaningrum (2016) mengenai pengaruh model pembelajaran *project based-learning* berbantuan media pembelajaran pembangkit listrik tenaga air mikrohidro terhadap kemampuan berpikir kritis. sejauh ini panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro masih sangat minim dikembangkan dalam pembelajaran di sekolah sebagai media pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu, peneliti terdahulu belum mengembangkan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam materi energi terbarukan.

Oleh karena itu, guna menunjang pembelajaran pada materi energi terbarukan serta ketidak tersedianya panduan proyek energi terbarukan inilah yang menjadi dasar utama dilakukannya penelitian “Pengembangan Panduan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro Energi Terbarukan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik”. Panduan proyek ini diharapkan dapat menjadi pendukung dalam kegiatan praktikum pada topik energi terbarukan dengan memanfaatkan energi air sebagai pembangkit listrik tenaga air mikro dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan analisis kebutuhan rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Bagaimana kevalidan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik?
2. Bagaimana kepraktisan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian pengembangan ini adalah:

1. Mendeskripsikan kevalidan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian pengembangan ini adalah:

1. Bagi peserta didik, dapat meningkatkan pemahaman mereka terhadap suatu proses, memperoleh pemahaman belajar yang lebih signifikan, serta mendorong keberanian dalam mengungkapkan ide-ide mereka. Selain itu, dapat membantu peserta didik memahami materi mengenai energi terbarukan.
2. Bagi guru, Guru dapat memanfaatkan produk pengembangan berupa panduan proyek energi terbarukan dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga air mikro sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi energi terbarukan.
3. Bagi sekolah, dapat memberikan kontribusi pemikiran dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran fisika di lingkungan sekolah.
4. Bagi peneliti lain, dapat menyediakan informasi atau referensi mengenai panduan proyek untuk pembangkit listrik tenaga air mikro dalam konteks energi terbarukan dalam proses pembelajaran.

1.5 Ruang Lingkup

Untuk menghindari berbagai macam perbedaan penafsiran tentang penelitian ini maka diberikan batasan sebagai berikut:

1. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
2. Materi yang digunakan yaitu materi energi terbarukan kurikulum merdeka semester genap kelas X SMA.
3. Model pembelajaran yang digunakan *Project Based Learning* (PjBL) menurut (Kemendikbud, 2014) dengan langkah-langkah pembelajaran terdiri atas : (1) menentukan pertanyaan mendasar (2) mendesain rencana proyek, (3) menyusun jadwal kegiatan, (4) memonitoring aktivitas peserta didik, (5) menilai keberhasilan peserta didik, dan (6) mengevaluasi pengalaman.
4. Keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini menurut Facione (2015), yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation, regulation*.
5. Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan menggunakan metode *Design and Development Research (DDR)* dengan langkah-langkah penelitian: Analisis, Desain, Pengembangan, Evaluasi.
6. Uji coba produk yang dilakukan terdiri dari uji kevalidan dan uji kepraktisan.
7. Validasi produk penelitian ini dilakukan oleh dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu ahli dari guru fisika SMA.
8. Uji kepraktisan produk penelitian ini dilakukan oleh tiga guru fisika dan peserta didik SMAN 1 Menggala.
9. Subjek penelitian pengembangan adalah peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Menggala tahun pelajaran 2023/2024.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* merupakan bentuk penelitian yang sering diterapkan dalam bidang pendidikan. Sugiyono (2016) mendefinisikan penelitian pengembangan sebagai metode penelitian yang bertujuan menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Gay (1990) menjelaskan bahwa penelitian pengembangan berfokus pada upaya mengembangkan produk, seperti bahan pembelajaran, media, dan strategi pembelajaran yang dapat digunakan di sekolah, bukan untuk menguji teori. Menurut Salim dan Haidir (2019) yang dimaksud dengan penelitian pengembangan adalah serangkaian proses untuk mengembangkan produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada agar dapat dipertanggung jawabkan.

Penelitian ini menggunakan penelitian pengembangan yang diadaptasi oleh Richey dan Klein (2007). Penelitian ini terdiri atas empat tahap, yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Tahap *analysis* dilakukan untuk menganalisis tujuan, isi, kebutuhan, dan lingkungan pembelajaran. Tahap *design* dilakukan dengan merancang produk yang sesuai dengan hasil analisis. Tahap *development* merupakan tahap mengembangkan produk berdasarkan desain yang telah dibuat, selanjutnya produk akan diuji oleh para ahli. Tahap terakhir yaitu *evaluation* atau mengevaluasi, untuk menyusun laporan penilaian sebagai indikator proses pelajaran.

Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas dapat disimpulkan oleh peneliti bahwa penelitian pengembangan merupakan kegiatan sistematis untuk

menghasilkan suatu produk. Dilanjutkan dengan validasi para ahli media dan materi setelah produk dihasilkan. produk yang dihasilkan berupa media pembelajaran dalam bidang pendidikan, kemudian produk tersebut diuji keefektifannya di lapangan.

2.2. Model Pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL)

Menurut Ardianti dkk., (2017) *project based learning* (PjBL) merupakan salah satu model pembelajaran dengan ciri khusus adanya kegiatan merancang dan melakukan sebuah proyek di dalamnya untuk menghasilkan sebuah produk. Model pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar secara langsung kepada peserta didik melalui kegiatan pembuatan proyek yang berujung pada terciptanya sebuah produk. Sejalan dengan itu Trianto (2014) menyatakan model pembelajaran PjBL merupakan pembelajaran yang inovatif yang berpusat kepada peserta didik (*Student Centered*) dan menempatkan guru sebagai motivator dan fasilitator, dimana dalam hal ini peserta didik diberi peluang untuk bekerja secara otonom mengonstruksi belajarnya.

Pembelajaran berbasis proyek dianggap sebagai salah satu model pembelajaran yang sangat efektif dalam mengembangkan strategi instruksional. Keuntungan dari penerapan pembelajaran berbasis proyek mencakup pemberdayaan peserta didik guna mengejar pemahaman materi, kemampuan untuk menyajikan informasi melalui berbagai cara, serta pelatihan siswa dalam berpikir kritis dan kreatif untuk menyelesaikan berbagai persoalan (Kusumaningrum & Djukri, 2016).

Penerapan model PjBL dalam pembelajaran, peserta didik diajak untuk aktif terlibat dalam kegiatan pembelajaran, sementara peran guru terfokus sebagai evaluator dan fasilitator terhadap produk yang dihasilkan peserta didik. Metode pembelajaran berbasis proyek ini menggunakan proyek sebagai media pembelajaran. Dalam konteks ini, peserta didik diharapkan untuk

melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan pengolahan informasi guna menciptakan beragam bentuk hasil belajar (Pratama & Prastyaningrum, 2016).

Berdasarkan penjelasan diatas, peneliti menyimpulkan bahwa model PjBL adalah suatu pendekatan pembelajaran mandiri yang mendorong peserta didik untuk aktif dalam menyelesaikan masalah dan menghasilkan proyek atau karya konkret sebagai hasil pembelajaran. Hubungan model PjBL dengan panduan proyek yaitu panduan proyek berperan sebagai alat bantu yang menyediakan panduan langkah demi langkah untuk membimbing peserta didik dalam menjalankan proyek mereka. panduan proyek memberikan kerangka kerja yang jelas dan struktur bagi peserta didik dalam menjalankan proyek mereka. Ini dapat mencakup langkah-langkah seperti mengidentifikasi masalah, merancang solusi, mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan menyajikan hasilnya.

Langkah-langkah (sintaks) pembelajaran *Project Based Learning* (Kemendikbud, 2014) terdiri atas :

Tabel 1. Langkah-langkah Metode *Project Based Learning*

Langkah Pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
(1)	(2)	(3)
Menentukan pertanyaan mendasar (<i>Start With the Essential Question</i>)	Menampilkan fenomena Serta menyampaikan topik dan mengajukan pertanyaan yang mengarahkan peserta didik untuk membuat suatu proyek.	Memahami fenomena serta memahami dan mengajukan pertanyaan mendasar apa yang harus dilakukan peserta didik terhadap topik/pemecahan masalah.
Menyusun rencana proyek (<i>design project</i>)	Mengarahkan peserta didik untuk mendesain dan merencanakan proyek.	Peserta didik berdiskusi, memilih dan menyusun rencana pembuatan proyek pemecahan masalah meliputi pembagian tugas, persiapan alat, bahan, media, sumber yang dibutuhkan.

(1)	(2)	(3)
Menyusun jadwal (<i>create schedule</i>)	Merencanakan dan membuat kesepakatan tentang jadwal <i>deadline</i> pembuatan proyek (tahapan-tahapan dan pengumpulan).	Peserta didik menyusun jadwal penyelesaian proyek dengan memperhatikan batas waktu yang telah ditentukan bersama.
Memonitoring dan kemajuan proyek	Memantau keaktifan peserta didik selama pelaksanaan proyek, tahapan perkembangan dan membimbing peserta didik jika mengalami kesulitan.	Peserta didik melakukan pembuatan proyek sesuai jadwal dan desain proyek yang akan mereka buat, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru.
Penilaian keberhasilan (<i>asses the outcome</i>)	Berdiskusi tentang proyek, memantau keterlibatan, dan menilai hasil proyek peserta didik.	Peserta didik menyelesaikan proyek mereka sesuai dengan panduan kriteria penilaian yang telah disepakati.
Mengevaluasi pengalaman (<i>evaluation the experience</i>)	Membimbing proses pemaparan proyek, menanggapi hasil, selanjutnya guru dan peserta didik merefleksi/kesimpulan.	Peserta didik menerima umpan balik produk pada kegiatan proyek selanjutnya dan bersama guru menyimpulkan hasil proyek.

Pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* (PjBL) memiliki karakteristik (Kemendikbud, 2013 dalam Khanifah dkk., 2019) sebagai berikut :

1. Peserta didik memutuskan mengenai suatu rangkaian kerja.
2. Peserta didik dihadapkan pada masalah atau tantangan tertentu.
3. Peserta didik merancang langkah-langkah untuk mencari solusi terhadap masalah atau tantangan yang diberikan.
4. Peserta didik secara bersama-sama bertanggung jawab dalam mengakses dan mengelola informasi untuk mengatasi permasalahan.
5. Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan selama proses pembelajaran.
6. Peserta didik secara periodik merefleksikan aktivitas yang telah dilakukan.
7. Hasil akhir dari kegiatan pembelajaran dievaluasi secara kuantitatif.

8. Situasi pembelajaran memberikan toleransi tinggi terhadap kesalahan dan perubahan.

Manfaat dari pembelajaran berbasis proyek menurut Kemendikbud (2014) melibatkan beberapa aspek, antara lain:

1. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan baru dalam pembelajaran.
2. Pengembangan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah.
3. Peningkatan aktivitas peserta didik dalam menangani masalah yang kompleks dengan menghasilkan produk nyata berupa barang atau jasa.
4. Pengembangan dan peningkatan keterampilan siswa dalam mengelola sumber, alat, dan bahan terkait penyelesaian tugas.
5. Peningkatan kolaborasi antara peserta didik dalam konteks kelompok.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan orientasi model pembelajaran berbasis proyek memberikan bekal kepada peserta didik untuk melakukan kegiatan yang bersumber dari pengalamannya sehari-hari. Kegiatan kompleks yang menuntut bermacam- macam penanganan yang tidak mungkin dikerjakan secara perorangan dalam waktu yang sudah ditentukan. Kegiatan yang dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir, bernalar, bekerja sama, dan memperluas wawasan. Kegiatan yang cukup menantang dalam pengembangan fisik dan psikis. Kegiatan yang dapat memberikan kepuasan karena pembelajaran dirancang oleh siswa sendiri.

2.3. Panduan Proyek

Media pembelajaran menurut Suhendri dan Arsana (2017) menjadi salah satu faktor penunjang tercapainya suatu tujuan pembelajaran. Media pembelajaran merupakan alat bantu yang mempermudah penyampaian pesan pembelajaran dari guru kepada peserta didik (Nurfadhillah dkk., 2012). Menurut Harsiwi dan Arini (2020) media pembelajaran adalah salah satu komponen pembelajaran yang sangat penting sebagai jembatan dalam penyampaian materi. Penggunaan media dalam pembelajaran dapat

memberikan dampak positif dan manfaat yang sangat luar biasa dalam memudahkan proses belajar peserta didik. Disamping itu, media pembelajaran merupakan dasar yang sangat diperlukan yang bersifat melengkapi dan merupakan bagian integral demi berhasilnya proses pembelajaran. beberapa contoh media pembelajaran yang seri digunakan dalam pembelajaran yaitu: PPT, video, LKPD, poster, panduan praktikum, panduan proyek dan lain sebagainya.

Salah satu media dalam pembelajaran yaitu panduan proyek, panduan proyek sebagai media pembelajaran dikarenakan panduan proyek menyediakan petunjuk, instruksi dan informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek atau tugas. yang mencakup langkah-langkah, tujuan, sumber daya yang diperlukan dan panduan praktis lainnya (Dennis, 2007).

Buku panduan merupakan buku yang menyajikan informasi untuk memandu atau memberikan tuntunan kepada pembacanya untuk melakukan percobaan seperti yang disampaikan dalam buku tersebut (Hasanah, 2019). Melalui panduan dapat membantu peserta didik mengembangkan berbagai keterampilan, peserta didik juga dapat belajar melalui pengalaman langsung praktikum. Buku panduan proyek memiliki keunggulan karena di dalamnya terdapat ringkasan materi, alat dan bahan praktikum, prosedur/tahapan kerja dan tugas yang harus diselesaikan oleh peserta didik yang biasanya tidak dimiliki pada sumber belajar lain (Mahrawi, 2022). Hal ini didukung oleh pendapat Greene dan Petty (dalam Dewi dkk., 2019) yang menyatakan standar yang sebaiknya dimiliki oleh buku teks dan panduan pembelajaran yang berkualitas seperti memuat gambaran yang menarik, memperhatikan aspek bahasa yang sesuai dengan kemampuan penggunaannya sehingga memudahkan dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan penyampaian materi.

Buku panduan memiliki karakteristik dikatakan berkualitas apabila memiliki kriteria tertentu . Menurut Greene dan Petty (dalam Dewi dkk., 2019) sepuluh kriteria yang seharusnya dimiliki buku panduan yang berkualitas, yaitu

1. Harus menarik minat bagi yang mempergunakannya.
2. Harus mampu memotivasi bagi yang memakainya.
3. Harus memuat ilustrasi yang menarik hati bagi yang memanfaatkannya.
4. Harus mempertimbangkan aspek linguistik sesuai dengan kemampuan yang memakainya.
5. Harus memiliki hubungan erat dengan pelajaran yang lainnya, lebih baik kalau dapat menunjangnya dengan rencana sehingga semuanya menjadi suatu kebutuhan utuh dan terpadu.
6. Harus dapat menstimulasi dan merangsang aktivitas - aktivitas penggunanya.
7. Harus dengan sadar dan tegas menghindari konsep - konsep yang samar-samar dan agar tidak sempat membingungkan pemakainya.
8. Harus memiliki sudut pandang atau *point of view* yang jelas dan tegas sehingga pada akhirnya menjadi sudut pandang bagi para pemakainya.
9. Harus mampu memberi pemantapan dan penekanan pada nilai - nilai anak dan orang dewasa.
10. Harus mampu menghargai perbedaan - perbedaan pribadi para pemakainya.

Panduan proyek ini bertujuan untuk menggabungkan pemahaman tentang energi terbarukan, khususnya pembangkit listrik tenaga air mikro. dengan memfokuskan pada pembangkit listrik tenaga air mikro, panduan ini memberikan konteks nyata dan relevan bagi peserta didik untuk menjelajahi konsep energi terbarukan dalam skala yang lebih kecil namun signifikan.

2.4. Keterampilan Berpikir Kritis

Pembelajaran abad 21 merupakan pembelajaran yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan literasi, kecakapan pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta penguasaan terhadap teknologi. Salah satu keterampilan yang dikembangkan pada pembelajaran abad-21 yaitu keterampilan berpikir kritis (Fathiar dkk., 2019). Karena melalui keterampilan berpikir kritis dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, berinovasi dan pemahaman yang lebih mendalam.

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang dapat dipelajari dan dilatihkan agar mampu memecahkan masalah secara efektif dan efisien. Keterampilan berpikir kritis dapat digunakan oleh seseorang dalam melakukan analisis permasalahan, memecahkan masalah, membuat keputusan, dan memahami solusi atas permasalahan yang dihadapi. Kemampuan berpikir kritis menurut Yee *et al.*, (2011) merupakan aspek penting dalam pembelajaran, oleh karena itu dalam proses pembelajaran sebaiknya memperhatikan kemampuan berpikir peserta didik, peserta didik yang dilatih untuk berpikir tingkat tinggi akan menunjukkan dampak positif terhadap perkembangan pendidikan mereka.

Menurut Facione (2015) berpikir kritis adalah berpikir yang memiliki tujuan membuktikan sesuatu, menafsirkan sesuatu yang bermakna, dan memecahkan masalah. kemampuan berpikir kritis perlu dimiliki peserta didik dalam menemukan sumber masalah agar mampu mencari solusi permasalahan dengan mempertimbangkan ukuran atau standar tertentu (Zubaidah, 2018).

Berdasarkan beberapa penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir pada tingkat tinggi melalui analisis, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah, oleh karena itu penerapannya dalam kegiatan pembelajaran sangat penting.

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini dikemukakan oleh Facione (2015) yaitu :

Tabel 2. Indikator Berpikir Kritis

No	Indikator	Penjelasan Menurut Facione
1.	<i>Interpretation</i>	Kemampuan untuk memahami dan mengungkapkan arti atau makna dari berbagai pengalaman, situasi, data, kasus, evaluasi, konvensi, kepercayaan, aturan, prosedur, atau standar
2.	<i>Analysis</i>	Kemampuan untuk menentukan hubungan inferensial yang dimaksudkan dan sebenarnya antara pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi, atau bentuk representasi lainnya yang digunakan untuk menyampaikan, keyakinan, penilaian, pengalaman, alasan, informasi, atau pendapat.
3.	<i>Evaluation</i>	Kemampuan untuk menilai kredibilitas atau suatu pernyataan atau penyajian lain dengan melihat atau menunjukkan persepsi, pengalaman, situasi, keputusan, kepercayaan atau opini seseorang serta kekuatan logika dari hubungan inferensial antara pernyataan, deskripsi, pertanyaan atau penyajian lainnya.
4.	<i>Inference</i>	Kemampuan untuk memilih dan memastikan komponen yang diperlukan untuk membuat kesimpulan yang masuk akal, membuat dugaan dan hipotesis , mempertimbangkan informasi yang relevan serta mengajarkan konsekuensi yang berasal dari data, pernyataan, prinsip, bukti , keyakinan, pendapat, konsep, deskripsi, pertanyaan, atau bentuk representasi lainnya.
5.	<i>Explanation</i>	Kemampuan untuk menyajikan dan membenarkan alasan seseorang dengan bukti, konsep, metodologi, pertimbangan kontekstual, dan kriteria yang mendasari hasilnya. Serta kemampuan untuk menyajikan alasan seseorang dalam bentuk argumen yang meyakinkan.
6.	<i>Self regulation</i>	Kemampuan kesadaran seseorang untuk melacak aktivitasnya sendiri, komponen yang digunakan dan hasil yang dengan menggunakan kemampuan untuk menganalisis dan mengevaluasi kemampuan pengambilan keputusan mereka sendiri melalui pertanyaan , konfirmasi, validasi, dan koreksi, memvalidasi, atau memperbaiki hasilnya.

2.5. Keterkaitan Panduan Proyek dengan Kemampuan Berpikir Kritis

Panduan proyek digunakan untuk menyediakan petunjuk, instruksi dan informasi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proyek atau tugas. Adanya panduan proyek yang mendukung kegiatan dalam pembelajaran, diharapkan akan memberikan pengalaman belajar yang berbeda bagi peserta didik, sehingga peserta didik menjadi semangat dalam belajar dan dapat meningkatkan peserta didik salah satunya keterampilan berpikir kritis. Untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*) dalam proses pembelajaran perlu diterapkan dengan model yang berbeda. (Sunardi & Hasanuddin, 2019) menyatakan strategi pembelajaran yang efektif akan meningkatkan keterlibatan siswa, kreativitas, inovasi, dan berpikir kritis. Salah satu model saat ini yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis yaitu model pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*).

Menurut Nurhadiyati dan Rusdinal (2021) dalam pembelajaran berbasis proyek siswa tidak hanya membangun konsep melalui pemecahan suatu masalah yang diberikan, namun juga dapat menghasilkan produk sebagai hasil dari suatu pemecahan masalah sehingga siswa dapat aktif di dalam pembelajaran baik dilihat dari kualitas proses, maupun kualitas hasil. Salah satu upaya untuk menumbuhkan dan mengembangkan berpikir kritis siswa yaitu dengan memberikan pengalaman yang bermakna, dengan cara mengkondisikan proses pembelajaran tersebut menggunakan kejadian atau fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan pembelajaran fisika, pendidik dapat menerapkan metode PjBL. Metode pembelajaran tersebut dapat digunakan untuk menghubungkan fenomena yang terjadi di alam maupun di lingkungan sehari-hari yang berkaitan dengan keberadaan konsep fisika.

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini dikemukakan oleh facione (2015) yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation, regulation*.

Tabel 3. Keterkaitan Kegiatan Panduan Proyek dengan Indikator Berpikir Kritis yang digunakan dalam Penelitian

Sintaks PjBL	Kegiatan pada Panduan Proyek	Aktivitas	Indikator Berpikir Kritis
<i>Star with the essential question</i>	Menampilkan fenomena	Memahami ringkasan materi dasar dan konsep-konsep fenomena yang relevan.	<i>Interpretation</i>
	Memprediksi suatu fenomena energi terbarukan	Mengamati gambar fenomena energi terbarukan dan mengajukan pertanyaan	<i>Analysis, Interpretation dan inference</i>
	Membuat hipotesis	Membuat prediksi/hipotesis fenomena berdasarkan pengetahuan yang didapat.	<i>Analysis and inference</i>
<i>Design project</i> <i>Create schedule</i> <i>Monitoring the students and progress of the project</i>	Pembuatan dan Uji coba proyek	Mendesain untuk membuat suatu produk rangkaian proyek berdasarkan pengetahuan yang didapat. Membuat dan Merangkai alat ,bahan proyek dan Melakukan percobaan.	<i>Analysis, interpretation and inference</i>
<i>Assess the outcome</i> <i>evaluation the experience</i>	Membuat Kesimpulan dan evaluasi	Membuat kesimpulan serta memberikan umpan balik hasil proyek	<i>Ekplanation Evaluation, and self-regulation</i>

Berdasarkan Tabel 3 di atas peneliti menyimpulkan bahwa manfaat penerapan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran bermanfaat dalam meningkatkan dan membantu dalam mengembangkan kemampuan psikomotorik peserta didik, khususnya kemampuan dan pemahaman yang mendalam peserta didik. Dari keseluruhan kegiatan pembelajaran pada

panduan proyek yang dilakukan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

2.6. Energi Terbarukan

Sumber-sumber energi dapat diklasifikasikan menjadi sumber energi terbarukan dan sumber energi yang tidak terbarukan atau biasa dikenal dengan sumber energi konvensional. Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan krisis energi. Energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi yang cukup (Ghofur & Mursadin, 2018). Energi terbarukan dalam sisi lain berasal dari sumber daya seperti angin, matahari dan biomassa yang berkelanjutan.

Energi terbarukan didefinisikan sebagai bentuk energi yang berasal dari aliran energi yang berkelanjutan atau berulang di lingkungan alam (Mediastika, 2013). Sumber energi terbarukan adalah jenis energi yang bukan berasal dari bahan bakar fosil, dapat diperbaharui, ramah lingkungan, dan memiliki potensi pemanfaatan dalam jangka waktu yang panjang. Energi terbarukan memiliki peranan penting yang cukup besar dalam upaya pengadaan energi listrik alternatif (Supian dkk., 2015).

Energi terbarukan berasal dari unsur alam yang melimpah di bumi, seperti matahari, angin, sungai tumbuhan dan lain sebagainya. Sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang proses pembentukannya berlangsung secara berkelanjutan, sehingga ketersediaannya melimpah dan tidak akan pernah habis. Energi ini memiliki potensi untuk menggantikan sumber energi fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam.

Salah satu energi terbarukan yaitu energi air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Energi air adalah satu dari lima sumber terbesar energi

terbarukan. Air merupakan sumber kehidupan. Air terus bergerak dan gerakannya dapat menghasilkan energi alami. Energi air salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, yang diperoleh dari pemanfaatan aliran air yang mengalir. Energi ini dapat dimanfaatkan dan diubah menjadi listrik dan pembangkit listrik tenaga air tanpa meninggalkan emisi gas rumah kaca seperti yang dihasilkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil. Air adalah sumber energi yang berpotensi besar sebagai pembangkit listrik. Energi Air yaitu energi yang dihasilkan oleh pergerakan air yang memutar turbin-generator untuk mengubah energi ini menjadi listrik. Ini dianggap sebagai energi terbarukan karena siklus air terus diperbarui oleh matahari dan karenanya tidak pernah habis. Tenaga air menghasilkan sekitar 70% dari sumber terbarukan global untuk pembangkit listrik (Lena dkk., 2022) .

Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga air semakin menjadi prioritas strategis sebagai salah satu bentuk energi terbarukan, mengingat potensi sumber daya energi dari bahan bakar fosil dan batu bara akan semakin berkurang (Andriyono dkk., 2020). Menurut Suparyawan dkk., (2013) pembangkit listrik tenaga mikro adalah pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai sumber energi utama dan memiliki kapasitas di bawah 100 kW. Melalui penggunaan mikrohidro, peserta didik akan terlibat dalam merancang media yang bermanfaat bagi lingkungan dan sekaligus mendapatkan pemahaman dalam bidang fisika, khususnya konsep energi listrik (Pratama & Prastyaningrum, 2016).

2.7. Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro

2.7.1. Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro

Pembangkit listrik tenaga air mikro juga dikenal sebagai Mikrohidro adalah suatu instalasi pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan sumber daya berupa aliran air sebagai tenaga penggerak untuk

menghasilkan listrik. Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu jenis energi terbarukan. Secara umum prinsipnya adalah dengan memanfaatkan energi potensial yang terdapat di dalam air, kemudian aliran air tersebut diarahkan untuk menggerakkan turbin, dan energi mekanik hasil perputaran turbin dikonversi menjadi energi listrik dengan bantuan dari generator. Besarnya tenaga air bergantung pada besarnya head dan debit air (Hadiyanto & Bakrie, 2013). Berikut gambar pembangkit listrik tenaga air mikro.



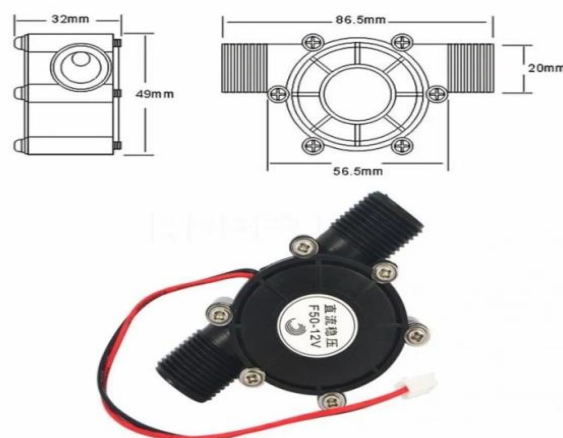
Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro

Pembangkit listrik tenaga air dianggap memiliki beberapa keunggulan dibandingkan pembangkit listrik lainnya, seperti penggunaan sumber daya air yang potensinya melimpah di alam. Selain itu, bahan baku sumber energi ini ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sebagai sumber energi alternatif, dapat dikatakan pembangkit listrik tenaga air tidak menghasilkan limbah dan emisi gas lainnya. Menurut International Energy Agency dalam Putra dkk., (2022) kebutuhan biaya sumber daya pembangkit ini juga cukup murah serta tidak menyebabkan pencemaran.

2.7.2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro

Pembangkit listrik tenaga air mikro adalah sistem pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan air dalam jumlah yang kecil sebagai sumber penggerakannya. Air yang dapat digunakan dalam teknologi ini dapat berasal dari saluran irigasi, sungai atau air terjun alami (Bahtiar dkk., 2015). Secara umum pembangkit listrik tenaga air mikro terdiri dari tiga komponen utama yaitu air, turbin air, dan generator. Debit air dan tekanan air adalah elemen penting untuk menghasilkan energi berupa energi mekanik maupun listrik (Rompas, 2011).

Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga air mikro mengubah energi potensial air menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Air dialirkan melalui saluran menuju turbin yang berputar karena tenaga air yang mengalir. Gerakan turbin menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Energi listrik yang dihasilkan kemudian dialirkan melalui kabel listrik menuju ke lokasi yang membutuhkan. Pembangkit listrik tenaga air mikro dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika di sekolah. Berikut gambar turbin generator pada pembangkit listrik tenaga air mikro.



Gambar 2. Turbin Generator

Proses konversi energi pada pembangkit listrik tenaga air mikro dijelaskan sebagai berikut:

1. Energi potensial air berubah menjadi energi kinetik pada pipa pesat.
2. Energi kinetik diubah oleh turbin menjadi energi mekanik.
3. Energi mekanik putaran turbin dikonversi menjadi energi listrik oleh generator.

Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air mikro ini dapat disimpan dalam akumulator energi listrik, seperti baterai dan superkapasitor. Baterai adalah alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, sedangkan superkapasitor adalah alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk muatan listrik pada permukaan elektroda. Superkapasitor dapat diisi dan digunakan dengan cepat dan efisien.

Dalam penyimpanan energi listrik pada baterai dan superkapasitor, diperlukan komponen seperti *capacitor protection*, BMS (*Battery management system*) berfungsi sebagai pengontrol pengisian untuk mencegah terjadinya overcharging atau undercharging pada akumulator. Untuk mengetahui kinerja generator serta tegangan yang dihasilkan pada pembangkit listrik tenaga air mikro dapat menggunakan voltamperemeter yang berfungsi untuk mengukur tegangan sekitar 0-100 volt DC dan arus 0-10 ampere. Kemudian energi listrik yang tersimpan di akumulator dapat digunakan untuk pengoperasian peralatan listrik seperti lampu LED

Berdasarkan penjelasan diatas peneliti mengembangkan pembangkit listrik tenaga air mikro dengan sistem pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan air dalam jumlah yang kecil sebagai sumber penggerak. pembangkit listrik tenaga air mikro pada penelitian ini menggunakan penyimpanan utama energi listrik yaitu baterai dan superkapasitor.

2.8. Penelitian yang relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian Relevan

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Sanjaya dkk., (2016)	Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan	Menghasilkan produk Alat peraga yang berupa miniatur rumah dengan sumber listrik berbasis energi matahari dan energi mekanik dengan kategori layak dan valid.
2.	Pratama & Prastyaningrum, (2016).	<i>Effect Of Project Based Learning With Mikrohidro Power Plants Media On Critical Thinking Skills</i>	Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah dilakukan proses pembelajaran dengan menerapkan model Project Based Learning. berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa penelitian, dapat dikatakan bahwa pengembangan model project-based learning berbantuan media pembelajaran pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat mempengaruhi kemampuan berpikir kritis siswa.
3.	Miroah dkk., (2015)	Pengembangan Media Pembelajaran Energi Terbarukan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis	Menghasilkan media pembelajaran dengan sumber listrik berbasis energi air kategori layak, valid, dan dapat meningkatkan kemampuan
4.	Dinantika dkk., (2019)	Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based	Penelitian ini terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran Project Based Learning terhadap

(1)	(2)	(3)	(4)
		Learning) Terhadap Kreativitas Siswa Pada Materi Energi Terbarukan	kreativitas siswa pada materi energi terbarukan: turbin angin axis horizontal dan kincir air

Berdasarkan tabel penelitian relevan yang telah dijabarkan diatas terlihat bahwa penelitian tersebut sama-sama media pembelajaran pembangkit listrik tenaga air pada materi energi terbarukan dengan pembelajaran berbasis proyek sedangkan kebaharuan penelitian pengembangan yang dilakukan oleh peneliti, yaitu panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro pada materi energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

2.9. Kerangka Berpikir

Media Pembelajaran yang dikembangkan berupa panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Panduan proyek ini dapat membantu guru dalam kegiatan praktikum yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep fisika dan memandu peserta didik dalam pelaksanaan praktikum hingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik. Panduan proyek yang dikembangkan memuat aktivitas yang setiap aktivitasnya melatih indikator kemampuan berpikir kritis.

Aktivitas pertama, pada setiap aktivitas diawali dengan menstimulus keterampilan berpikir kritis dengan indikator *interpretation* dimana peserta didik diminta untuk memahami materi dasar serta konsep –konsep fenomena yang relevan. Aktivitas kedua, keterampilan berpikir kritis dengan indikator *analysis*, *interpretation* dan *inference* dengan indikator PjBL yaitu *Start with the essential question*, berupa pemberian materi dasar masalah tidak terstruktur dengan menyajikan gambar fenomena untuk

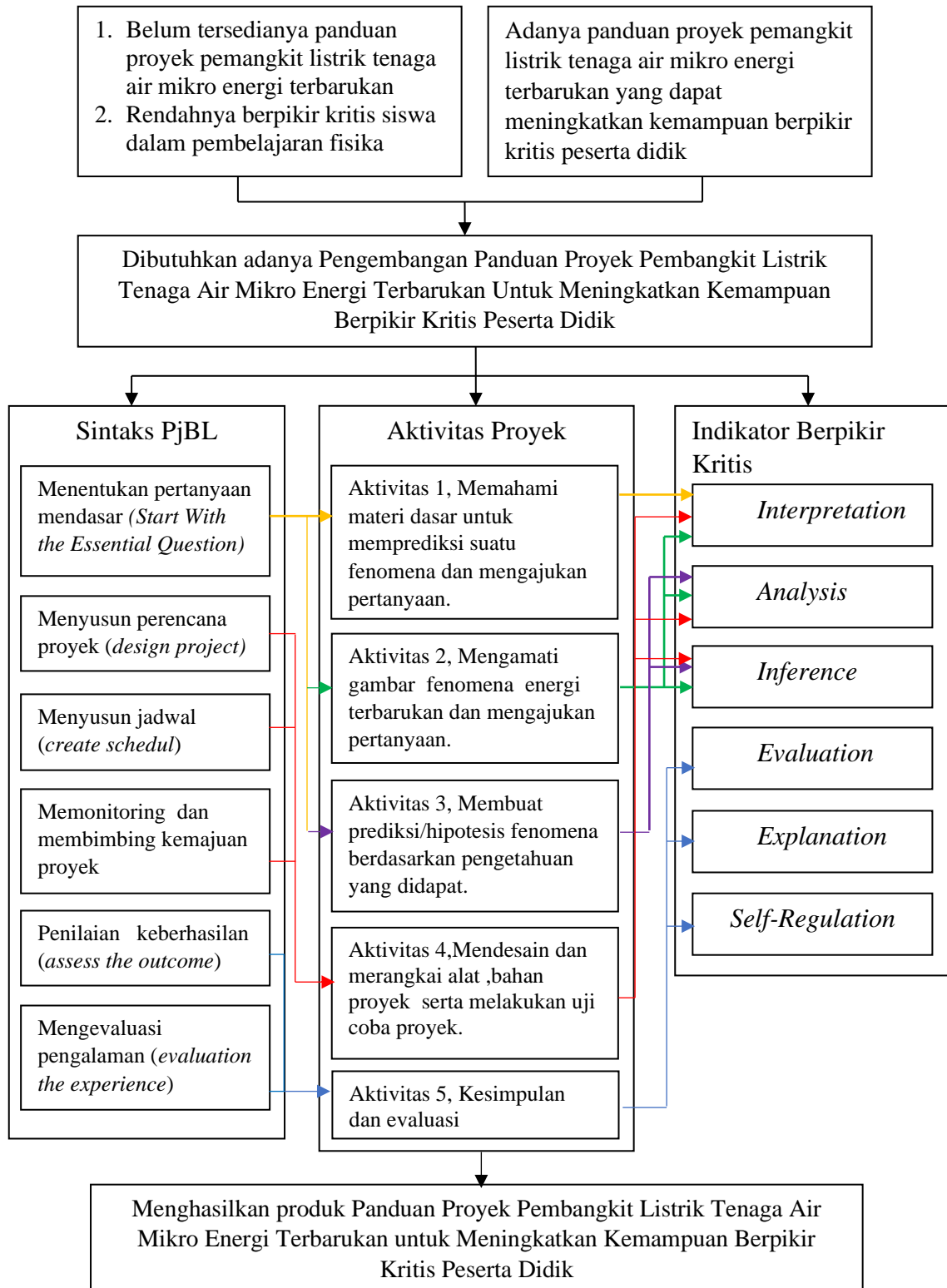
memunculkan masalah dan memberikan motivasi agar peserta didik mampu menjawab pertanyaan dan menemukan masalah.

Aktivitas ketiga, keterampilan berpikir kritis dengan indikator *analysis* dan *inference* dan indikator PjBL yaitu *start with the essential question*, dengan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk memprediksi suatu fenomena dengan menganalisis masalah yang diberikan dan memberikan kesimpulan berupa hipotesis atau prediksi yang kemungkinan akan terjadi, mengidentifikasi hubungan antara informasi dan konsep, dengan pertanyaan yang ada dalam masalah.

Aktivitas keempat, Peserta didik mendesain untuk membuat dan merangkai alat/bahan proyek untuk menghasilkan suatu produk serta melakukan uji coba produk. Hal ini berguna untuk mengetahui pengetahuan, keterampilan, serta informasi yang peserta didik dapat. Dengan indikator berpikir kritis yang dilatih *analysis, interpretation dan inference* dan indikator PjBL yang dilatih yaitu *Design project, Creat schedule, dan Monitoring the students and progest of the project*.

Aktivitas kelima, peserta didik membuat kesimpulan serta memberikan umpan balik berdasarkan hasil pengamatan. dengan indikator berpikir kritis yang dilatih *explanation, evaluation dan self-regulation*. kegiatan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami materi yang telah mereka pelajari dan untuk berdiskusi satu sama lain. Guru ikut serta dalam diskusi sebagai penengah serta pengarah kesimpulan.

Berdasarkan uraian aktivitas, disajikan diagram untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kerangka pemikiran pada penelitian pengembangan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

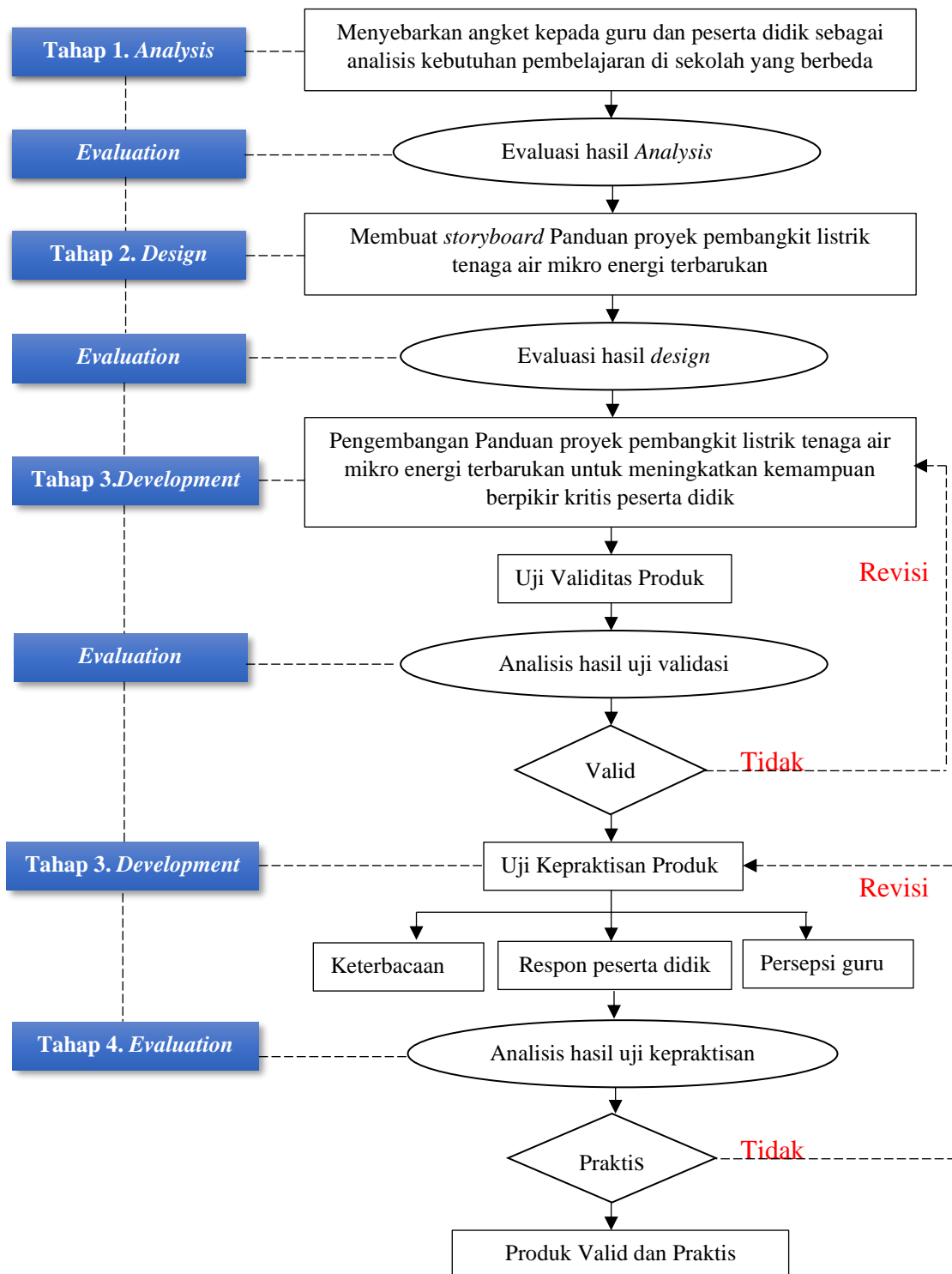
III. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian Pengembangan yang dimaksud yaitu pengembangan produk media pembelajaran berupa panduan proyek . Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Design and Development Research (DDR)* yang diadaptasi dari prosedur penelitian Richey and Klein (2007). *Design and Development Research (DDR)* adalah pendekatan terstruktur yang melibatkan beberapa proses, yaitu proses analisis, desain, pengembangan dan evaluasi yang didasarkan pada penelitian empiris.

3.2. Prosedur Penelitian Pengembangan

Prosedur pengembangan yang digunakan oleh peneliti didasarkan pada prosedur dalam model pengembangan *Design and Development Research (DDR)* oleh Richey and Klein (2007) yang terdapat 4 tahap, yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Prosedur pengembangan panduan proyek yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan bagan diatas dapat diuraikan sebagai berikut :

3.2.1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap pertama penelitian pengembangan adalah analisis bertujuan guna mengidentifikasi penyebab terjadinya permasalahan yang dialami siswa dan guru (Branch, 2009 dalam Wandari dkk., 2018). Tahap awal adalah analisis kebutuhan di dua sekolah yaitu, SMAN 1 Padang Cermin dan SMAN 1 Menggala. Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner melalui *google form* kepada guru fisika dan peserta didik kelas X. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dan peluang sekolah. informasi yang diperoleh dari analisis kebutuhan digunakan sebagai dasar penelitian. Analisis kebutuhan mempelajari, model pembelajaran yang digunakan, media pembelajaran yang digunakan, ada tidaknya panduan proyek yang digunakan dalam pembelajaran, kemampuan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik, dan pelaksanaan kegiatan praktikum.

Didapatkan data bahwa belum diadakannya kegiatan praktikum pembangkit listrik tenaga air mikro. Diketahui juga bahwa guru dan peserta didik menyatakan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran fisika yang telah dicapai peserta didik adalah sebesar 36,36% angka tersebut membuktikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika masih rendah. Selanjutnya, data hasil penelitian pendahuluan dievaluasi dan digunakan sebagai dasar untuk melakukan penelitian yang direncanakan.

3.2.2. Tahap Desain (*Design*)

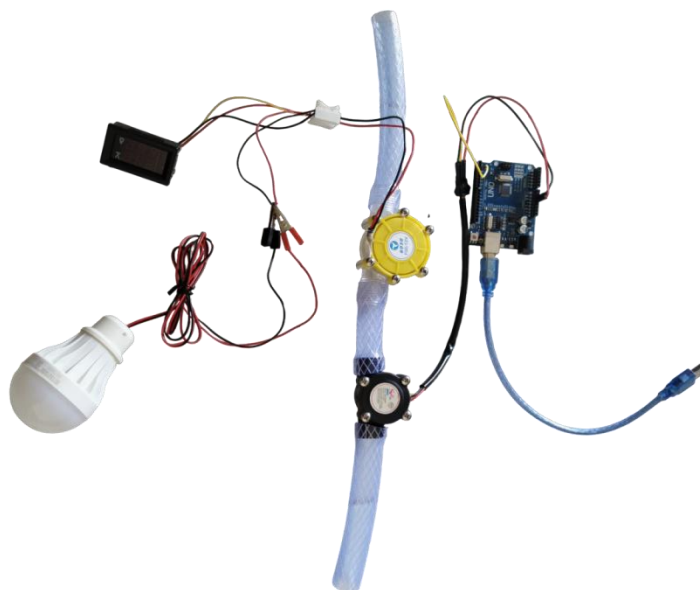
Tahap kedua penelitian pengembangan ialah melakukan perancangan kerangka panduan proyek. Produk dibuat berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan dan indikator yang ingin dicapai, yaitu panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro untuk meningkatkan

kemampuan berpikir kritis. Panduan proyek yang dikembangkan ini untuk materi energi terbarukan SMA kelas X semester 2.

Tahap ini dilakukan untuk mendesain panduan proyek yang didesain menggunakan aplikasi *online canva*. Desain Cover bisa dilihat pada Gambar 5, desain alat pembangkit listrik tenaga air mikro yang akan digunakan dalam panduan proyek dilihat pada Gambar 6 dan *Storyboard* panduan proyek yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 5. Cover Panduan Proyek



Gambar 6. Desain Alat Pembangkit Listrik Tenaga Air Mikro

Tabel 5. *Storyboard* Panduan Proyek

Bagian	Komponen Desain	Deskripsi
(1)	(2)	(3)
Awal	Sampul depan	Berisi judul, identitas penyusun, gambar energi terbarukan tenaga air
	Prakata	Berisi ungkapan rasa syukur penulis kepada Allah SWT
	Daftar isi	Berisi daftar materi disertai letak halaman
	Daftar tabel	Berisi daftar tabel disertai letak halaman
	Daftar gambar	Berisi daftar gambar disertai letak halaman
	Petunjuk penggunaan	Berisi petunjuk penggunaan panduan proyek
	Standar isi	Berisi profil pelajar pancasila, capaian pembelajaran, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh siswa
Isi	Materi dasar	Berisi materi pembelajaran singkat mengenai energi terbarukan dan Mengamati gambar yang berhubungan dengan fenomena energi terbarukan. Peserta didik dapat mengamati, mengidentifikasi dan memprediksi masalah berdasarkan pada fenomena tersebut.
	Panduan Proyek	Berisi panduan kegiatan proyek energi terbarukan pembangkit listrik tenaga air mikro.

(1)	(2)	(3)
	Aktivitas Proyek Peserta Didik	Berisi aktivitas pengamatan yang dilakukan oleh peserta didik
Penutup	Kesimpulan dan Evaluasi diri	Berisi kesimpulan proyek dari penggunaan pembangkit listrik tenaga air mikro serta evaluasi diri peserta didik
	Glosarium	Berisi kata-kata sulit dalam panduan proyek
	Daftar pustaka	Berisi rujukan pembuatan panduan proyek
	Sampul belakang	Berisi sampul penutup biografi tokoh fisika

3.2.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan ini dilakukan setelah selesai proses desain, untuk dapat mengembangkan produk yang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sehingga menghasilkan produk berupa panduan proyek. panduan proyek sebagai pendukung pembelajaran. Langkah selanjutnya yaitu validasi produk yang dikembangkan dengan tujuan untuk dapat mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan sebagai bahan ajar pembelajaran. divalidasi oleh validator, yang terdiri dari dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan 1 guru fisika SMAN 1 Menggala.

Validator melakukan uji validasi yang terdiri dari uji media desain serta dan uji materi dan konstruk. Apabila sudah dinyatakan valid atau sesuai maka dapat dilakukan uji kepraktisan yang terdiri dari uji keterbacaan, persepsi guru, dan respons peserta didik. Uji kepraktisan dilakukan dengan uji kelompok kecil dengan tujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik, mengetahui persepsi guru apakah panduan proyek yang dikembangkan dapat memungkinkan digunakan dalam pembelajaran fisika di Kurikulum Merdeka, dan mengetahui respons peserta didik terkait hal-hal yang didapat setelah menggunakan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan.

3.2.4. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pengembangan panduan proyek dengan tujuan untuk menyempurnakan produk dengan melakukan revisi berdasarkan saran perbaikan atau masukan dari para ahli. Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi keberhasilan produk panduan proyek hingga dapat dikatakan valid dan praktis.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji skala validitas dan uji kepraktisan produk. Angket digunakan untuk mengetahui tingkat kevalidan produk dan kepraktisan produk. Uji skala validasi memuat daftar pertanyaan yang diberikan kepada responden yang terdiri atas dosen ahli dan guru fisika SMA untuk mengetahui tingkat kelayakan panduan proyek. Uji kepraktisan produk diberikan kepada kelompok kecil peserta didik dan guru fisika SMA untuk mengetahui pendapat peserta didik dan guru terhadap panduan proyek yang dikembangkan.

3.3.1. Angket Validasi Produk

Angket ini bertujuan untuk dapat mengetahui informasi tentang valid atau tidaknya panduan proyek yang digunakan sebagai media pembelajaran. Angket ini memuat lembar uji media dan desain serta uji materi dan konstruk yang diberikan kepada dua dosen ahli dan satu guru fisika SMA. Skala *Likert* digunakan pada sistem penskoran yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurens (2011) dengan empat pilihan yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala *Likert* pada Uji Validasi Produk

Uji validasi	Aspek yang diamati	Skor			
		4	3	2	1
Media dan desain	Kualitas teknis	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
	Kualitas desain	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
Materi dan konstruk	Isi/materi	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
	Aspek pembelajaran	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik

3.3.2. Angket Uji kepraktisan

Uji kepraktisan terdiri atas tiga angket, yaitu angket keterbacaan, angket persepsi guru, dan angket respon peserta didik. Angket keterbacaan digunakan untuk mengetahui tingkat kemudahan dan kenyamanan ketika membaca atau menggunakan panduan proyek. Angket persepsi guru digunakan untuk mengetahui apakah panduan proyek yang dikembangkan dapat memungkinkan digunakan dalam pembelajaran fisika di kurikulum merdeka. Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik dan hal yang didapat setelah menggunakan panduan proyek. Skala *Likert* digunakan sebagai sistem penskoran yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurens (2011) dengan empat pilihan yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala *Likert* pada Angket Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan	Aspek yang diamati	Skor			
		4	3	2	1
Keterbacaan	Kemudahan dalam penggunaan produk	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
Persepsi guru	Isi/materi	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
	Kualitas produk	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
Respon peserta didik	Isi/materi	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
	Desain produk	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah menggunakan angket skala *Likert*. Metode angket digunakan pada uji validasi dan uji kepraktisan panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro. Angket uji validitas terdiri dari uji validasi media dan desain, serta uji validasi media dan konstruk. Angket uji kepraktisan terdiri dari angket uji keterbacaan peserta didik angket uji persepsi guru dan angket respon peserta didik. Uji validasi media dan desain dilakukan untuk menguji kualitas teknis dan desain produk. Uji validasi materi dan konstruk untuk menguji isi materi dan aspek pembelajaran panduan proyek yang dikembangkan.

Pengisian angket dilakukan dengan cara mengisi pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan aspek penilaian yang diberikan serta memberikan saran terhadap panduan proyek yang dikembangkan. Hasil dari pengisian angket oleh para ahli digunakan peneliti sebagai dasar dalam merevisi panduan proyek yang telah divalidasi, sehingga panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro yang dikembangkan layak digunakan pada proses menilai hasil belajar di sekolah tersebut.

3.5. Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian yang didapatkan masih perlu dianalisis. Teknik analisis data dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Teknik Analisis Data

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
(1)	(2)	(3)	(4)
Validitas	Angket uji media dan desain	Dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru fisika SMA	a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji media dan desain dari validator b. Menghitung rata-rata

(1)	(2)	(3)	(4)
			<ul style="list-style-type: none"> c. hasil penilaian uji d. media dan desain dari validator e. Menentukan kategori penilaian uji media dan desain
	Angket uji materi dan konstruk	Dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru fisika SMA	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji materi dan konstruk dari validator b. Menghitung rata-rata hasil penilaian uji materi dan konstruk dari validator c. Menentukan kategori penilaian uji materi dan konstruk
Kepraktisan	Angket uji keterbacaan	Kelompok kecil peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rekapitulasi penilaian uji keterbacaan produk b. Menghitung skor hasil penilaian uji keterbacaan c. Menentukan kategori keterbacaan terhadap produk
	Angket uji persepsi guru	Tiga guru SMA	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji persepsi b. Menghitung skor hasil penilaian uji persepsi c. Menentukan kategori persepsi
	Angket uji respon peserta didik	Peserta didik yang telah menggunakan panduan proyek	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji respon peserta didik b. Menghitung skor hasil penilaian uji respon peserta didik c. Menentukan kategori respon peserta didik

3.5.1. Analisis Data Validasi

Data yang digunakan untuk mengetahui validasi produk diperoleh berdasarkan pengisian angket kevalidan produk. Angket yang digunakan

berupa angket uji media, desain, materi, dan konstruk. Hasil jawaban pada angket dianalisis menggunakan analisis persentase berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$\mathcal{P} = \frac{\text{Rerata skor yang didapat}}{\Sigma \text{Total}}$$

Hasil skor (\mathcal{P}) yang diperoleh dikonversi sehingga mendapatkan kualitas dari produk. Pengkonversian skor diadaptasi dari Ratumanan dan Laurens (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Konversi Skor Uji Validasi

Interval Skor Hasil Penilaian	Kriteria
3,25 - 4,00	Sangat Valid
2,50 - 3,25	Valid
1,75 - 2,50	Kurang Valid
1,00 - 1,75	Tidak Valid

Hasil skor tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan rumus berikut :

$$\mathcal{P} = \frac{\Sigma S}{\Sigma S_{Maks}} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase kelayakan

ΣS = Jumlah skor hasil pengumpulan data

ΣS_{Maks} = Jumlah skor maksimal yang diperoleh tiap kriteria

Perolehan nilai rata-rata validitas panduan proyek selanjutnya dikategorikan sesuai dengan kriteria hasil kelayakan yang diadaptasi dari Sugiyono (2015) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Hasil Persentase Kelayakan

Presentase	Kriteria
80,1% - 100%	Sangat Valid
60,1% - 80,0%	Valid
40,1% - 60,0%	Kurang Valid
< 40,0%	Tidak Valid

3.5.2. Analisis Data Uji Kepraktisan

Data uji kepraktisan didapatkan berdasarkan pengisian angket keterbacaan dan respon oleh kelompok kecil peserta didik SMA serta angket persepsi guru SMA. Hasil pengisian angket kepraktisan dianalisis menggunakan persamaan dari Sudjana (2005) berikut:

$$\%P = \frac{\sum \text{Skor yang didapat}}{\sum \text{total}} \times 100$$

Hasil skor (p) yang diperoleh dikonversi sehingga mendapatkan kualitas dari produk. Pengkonversian skor diadaptasi dari Arikunto (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 11. Konversi Skor Kepraktisan

Presentase	Kriteria
80,1% - 100%	Sangat Praktis
60,1% - 80,0%	Praktis
40,1% - 60,0%	Cukup Praktis
20,1% - 40,0%	Kurang Praktis
0,00% - 20,0%	Tidak Praktis

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan hasil dan pembahasan yaitu:

1. Panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata sebesar 3,69 hingga didapatkan nilai persentase rata-rata sebesar 92,25% dengan kriteria sangat valid, dikatakan sangat valid berdasarkan penskoran dengan rentang nilai maksimum 3,25-4,00 kriteria sangat valid. Skor rata-rata kevalidan panduan proyek tersebut didapatkan berdasarkan uji validasi media dan desain yang memenuhi aspek penilaian mudah digunakan, keterbacaan, kualitas tampilan, dan kualitas pengelolaan programnya serta uji validasi materi dan konstruk yang memenuhi aspek penilaian ketepatan, kelengkapan, minat, dan kesesuaian dengan situasi pembelajaran.
2. Panduan proyek pembangkit listrik tenaga air mikro energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dinyatakan sangat praktis dengan skor rata-rata sebesar 89,58% dikatakan sangat valid dilihat berdasarkan penskoran penilaian dengan rentang nilai maksimum 80,1% - 100% kriteria sangat praktis. Skor kepraktisan panduan proyek tersebut didapatkan berdasarkan uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik yang memenuhi aspek kemudahan, kebermanfaatan, dan keterlaksanaan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan yang telah didapatkan, diajukan saran dari peneliti sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian yang serupa untuk mengembangkan bahan ajar dalam proses pembelajaran fisika terutama untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.
2. Penelitian selanjutnya disarankan dapat melakukan uji efektivitas agar terpenuhi kriteria produk berkualitas baik, yaitu valid, praktis dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyono, I., Faizah, F., & Wiguna, I. W. Y. M. 2020. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Mini Dengan Memanfaatkan Aliran Keluaran Pompa Air. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* 4(1), 1-6. ISSN: 2548-8112.
- Ardianti, S. D., Pratiwi, I. A., & Kanzunudin, M. 2017. Implementasi Project Based Learning (PjBL) Berpendekatan Science Edutainment Terhadap Kreativitas Peserta Didik. *Refleksi Edukatika: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7(2), 145-150.
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta. 413 hlm.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada. 192 hlm.
- Bahtiar, A., Hidayat, D., M., & J.M., Syakir, N and Wibawa, B. 2015. Aplikasi Pembangkit Listrik Mikrohidro Untuk Penerangan Lingkungan Masyarakat Di Kecamatan Ciwidey Kabupaten Bandung. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 4(1), 15–17.
- Budiarso, A. S. 2016. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Metode Hypnoteaching Untuk Memotivasi Siswa SMP Dalam Belajar IPA Pada Materi Energi Terbarukan. *Jurnal Pena Sains*, 3(2), 132–141.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. 2013. *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Netherlands: Sense Publisher. 209 Pages.
- Dennis, L. 2007. *Project Management*. England: Gower Publishing Limited. 491 Pages.
- Dewi, Y. P., Aprinastuti, C., & Mayasari, E. D. 2019. Pengembangan Buku Panduan Permainan Tradisional Dalam Pembelajaran Matematika Tema 5 Untuk Kelas I Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 4(1), 217–224. ISSN: 2549-5070.

- Dinantika, H. K., Suyanto, E., & Nyeneng, I. D. P. 2019. Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreativitas Siswa Pada Materi Energi Terbarukan. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(2), 73-80.
- Facione, P. A. 2015. *Critical Thinking: What It is and Why It Counts*. Millbrae: Measured Reasons and The California Academic Press. 29 Pages.
- Fathiarah, A., Badarudin, B., & Muslim, A. H. 2019. Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Gemar Membaca Peserta Didik Melalui Model Predict Observe Explain Berbasis Literasi. *Muallimuna: Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, 4(2), 92-101.
- Gay, L. R. 1990. *Educational Research: Competencies for Analysis and Application*. New York: Macmillan Publishing. 569 pages.
- Ghofur, A., & Mursadin, A. 2018. Karakteristik Tanah Gambut Sebagai Energi Alternatif. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 4(2), 42-38.
- Gunawan & Ritonga, A. A. 2019. Media Pembelajaran Berbasis Industri 4.0. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 305 hlm.
- Hadiyanto, R., & Bakrie, F. 2013. Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hydro Menggunakan Turbin Tipe Cross Flow. *In Prosiding Seminar Nasional Fisika*. 2(1), 19-25. ISSN: 2338-0128
- Harsiwi, U. B., & Arini, L. D. D. 2020. Pengaruh Pembelajaran Menggunakan Media Pembelajaran Interaktif Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 1104-1113.
- Hasanah, A. M., Ismail., & S. Mukhlisoh. 2019. Pengembangan Modul Biologi Terintegrasi Nilai Islam Pada Materi Sistem Reproduksi Manusia. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(1), 17-28.
- Haury, D. L. 2002. Fundamental Skills in Science: Observation. *Columbus: ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education*, 2(5), 1-2.
- Kemendikbud. 2014. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 tahun ajaran 2014/2015*. Jakarta; Kementerian pendidikan dan kebudayaan. 173 hlm.
- Khanifah, L. N., Mustaji, & Nasution. 2019. Pengaruh Penggunaan Model Project Based Learning Dan Keterampilan Kolaborasi Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas Iv Sekolah Dasar Pada Tema Cita-Citaku. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 5(1), 900-908.

- Kusumaningrum, S., & Djukri, D. 2016. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Project Based Learning (PjBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kreativitas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 241-251.
- Lena, T. M., Imam, S., & Yusuf, A. 2022. Strategi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Mini/Mikro Hidro Di Indonesia. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 91-99.
- Mahrawi M., Rifqiawati, I., & Mulyani, D. 2022. Pengembangan Panduan Praktikum Biologi pada Konsep Sistem Pencernaan untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Journal of Nusantara Education*, 1(2), 68-78.
- Mediastika, C. E. 2013. *Hemat energi dan lestari lingkungan melalui bangunan*. Yogyakarta : Andi. 353 hlm.
- Miroah, M., Budi, E., & Serevina, V. 2015. Pengembangan Media Pembelajaran Energi Terbarukan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis . In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* 4(2), 11-14. ISSN : 2476-9398.
- Mulyasa, E. 2009. *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: Remaja Rosdakarya. 232 hlm.
- Nieveen, N. 1999. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. London: Springer. 296 hlm.
- Nurfadhillah, S., Ningsih, D. A., Ramadhania, P. R., & Sifa, U. N. 2021. Peranan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa SD Negeri Kohod III. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial : PENSA*, 3(2), 243-255.
- Nurhadiyati, A., & Rusdinal, Y. F. 2021. Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar . *Jurnal Basicedu Research & Learning in Elementary Education*, 5(1), 327-333.
- Nurogo, L. J., & Wijanarka, B. S. (2015). Penerapan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di SMK Muhammadiyah Prambanan. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 3(7), 481-488.
- Padila, M. 1990. The Science Process Skills. Research Matters-to The Science Teacher. *ERIC: Education Resources Information Center*, 3(3), 1-4.
- Pratama, H., & Prastyaningrum, I. 2016. Effect Of Project Based Learning With Micro hydro Power Plants Media On Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)-UNESA*, 6(2), 44-50.

- Putra, W. W. W., Risnawati, R., & Rohminatin, R. 2022. Perancangan Alat Micro Hydroelectric Portable dengan Menggunakan Sistem Turbin Archimedes Screw. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 3(4), 554-558.
- Ratumanan, T.G., & Laurens, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press. 207 hlm.
- Richey, R. C., & Klein, J.D. 2007. *Design and Development Research, Method, Strategies, and Issues*. London: Lawrence Erlbaum Associates. 180 hlm.
- Rompas, P. T. 2011. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Pada Daerah Aliran Sungai Ongkak Mongondow Di Desa Muntoi Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Penelitian Saintek*, 16(2), 160-171.
- Salim, & Haidir. 2019. *Penelitian Pendidikan: Metode, Pendekatan, dan Jenis*. Jakarta: Kencana. 254 hlm.
- Sanjaya, L. A., Budi, A. S., & Astra, I. M. 2016 . Pengembangan Alat Peraga Energi terbarukan. *In Prosiding Seminar Nasional Fisika* , 5(5), 45-48. ISSN: 2476-9398.
- Saodah , S., Amini, Q., Rizkyah, K., Nuralviah, S., & Urfany, N. 2020. Pengaruh Globalisasi Terhadap Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan dan Dakwah ;Pandawa*, 2(3), 375-385.
- Sudijono, A. 1996. Pengantar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 488 hlm.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito. 508 hlm.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta, 724 hlm.
- Suhanda, S., & Suryanto, S. 2018. Penerapan Pembelajaran Kimia Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMA Negeri 2 Purworejo. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 12(2), 2137-2148.
- Suhendri, A., & Arsana, M, I. 2017. Pengembangan Media Pembelajaran Audio Visual Adobe Flash Berbasis Android Pada Kompetensi Dasar Memahami Rangkaian Kelistrikan Sederhana Dikelas X TKR SMK N 1 Singgahan. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(3), 54-53.
- Sunardi, S., & Hasanuddin, H. 2019. Pengembangan Employability Skill Mahasiswa Vokasi Melalui Pembelajaran Stem-Project Based

Learning. *jurnal Seman TECH (Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora)*, 1(1), 210-217.

- Suparyawan, D. P. D., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. 2013. Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Ilmiah Teknologi Elektro*, 12(2), 1-8.
- Supian, B., Suhendar, S., & Fahrizal, R. 2015. Studi Pemanfaatan Arus Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Wilayah Selat Sunda. *Jurnal Untirta Setrum: Sistem Kendali Tenaga elektronika telekomunikasi komputer*, 2(1), 49-57.
- Trianto. 2014. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif dan Kontekstual*. Jakarta: Prenada Media Group. 314 hlm.
- Urbani, J. M., Roshandel, S., Michaels, R., & Truesdell, E. 2017. Developing And Modeling 21st-Century Skills With Preservice Teachers. *Teacher Education Quarterly*, 44(4), 27–50.
- Wahyuni, S. 2015. Pengembangan Bahan Ajar IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. In *Prosiding: Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), 300-305. ISSN: 2302-7827.
- Wandari, A., Kamid, K., & Maison, M. 2018. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pada Materi Geometri Berbasis Budaya Jambi Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 1(2), 47-55.
- Wiradi. 2006. *Analisis Sosial*. Bandung: Yayasan Akatiga. 929 hlm.
- Yee, M. H & Widad, B.O., Jailani B. M.Y. 2011. The Level of Marzano High Order Thinking Skills among Technical Education Students, Internasional. *Jurnal social Science and Humanity*, 1(2), 121-125.
- Zahroh, F. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Elektrokimia. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(2), 191-203.
- Zubaidah, S. 2018. Mengenal 4C: Learning And Innovation Skills Untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0. In *2nd Science Education National Conference*, 13(2), 1-18.