

**PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM DIGITAL
MENGANALISIS BESARAN-BESARAN FISIS PADA
BATERAI SEKUNDER UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

(Skripsi)

Oleh

**ALYA RIZKI MUSTOPA
NPM 1913022046**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM DIGITAL MENGANALISIS BESARAN-BESARAN FISIS PADA BATERAI SEKUNDER UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

Oleh

ALYA RIZKI MUSTOPA

Kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan agar peserta didik dapat memecahkan masalah yang muncul. Kemampuan berpikir kritis dapat ditingkatkan dengan latihan berulang melalui kegiatan praktikum yang diselenggarakan dengan indikator kemampuan berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas dan kepraktisan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Panduan praktikum digital dikembangkan berdasarkan Capaian Pembelajaran fisika kelas XII pada Kurikulum Merdeka. Panduan praktikum digital ini juga dikembangkan dengan enam indikator berpikir kritis dari Facione (2015): *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation*, dan *self-regulation*. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan. Model pengembangan DDR (Richey & Klein) digunakan dengan empat tahapan yaitu *analysis, design, development*, dan *evaluation*. Hasil validitas kategori validasi media desain dan validasi materi konstruk memperoleh skor rata-rata 3,61 dengan kriteria sangat valid. Uji kepraktisan produk dinilai berdasarkan uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik di SMAN 1 Terusan Nunyai Lampung Tengah yang memperoleh skor rata-rata 90,06% dengan kriteria sangat praktis. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa panduan praktikum digital 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: Panduan Praktikum Digital, Baterai Sekunder, Kemampuan Berpikir Kritis

**PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM DIGITAL
MENGANALISIS BESARAN-BESARAN FISIS PADA
BATERAI SEKUNDER UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

Oleh

ALYA RIZKI MUSTOPA

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
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM
DIGITAL MENGANALISIS BESARAN-
BESARAN FISIS PADA BATERAI SEKUNDER
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa : **Alya Rizki Mustopa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913022046**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

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

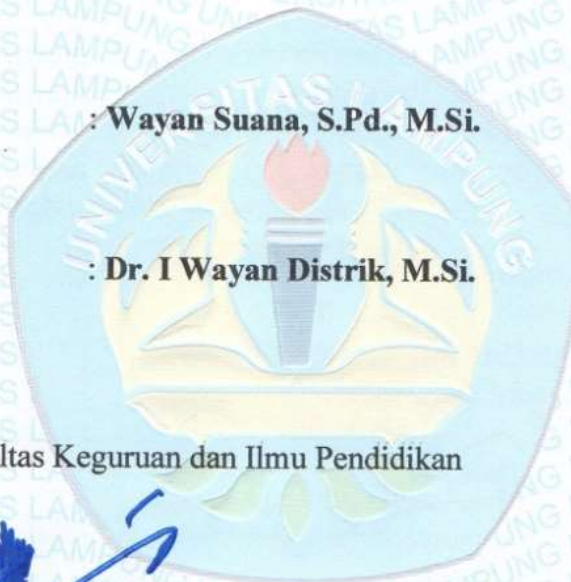
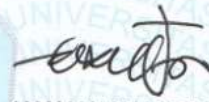
Ketua : **Drs. Eko Suyanto, M.Pd.**



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



Anggota : **Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP. 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 01 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Alya Rizki Mustopa
NPM : 1913022046
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Alamat : RT 003. RW 005, Kampung Bandar Agung, Kecamatan
Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah, 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.

Bandarlampung, 01 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Alya Rizki Mustopa

Alya Rizki Mustopa
NPM 1913022046

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kelurahan Bandar Jaya Barat, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah pada Minggu 15 Desember 2002 sebagai anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Ali Mustopa dan Ibu Sri Rejeki Handayani.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK Islam Nurul Huda dan diselesaikan tahun 2008, melanjutkan di SDN 02 Bandar Agung dan diselesaikan tahun 2014, lalu di SMP IT Bustanul ‘Ulum dan diselesaikan tahun 2017, kemudian di MAN 1 Lampung Tengah dan diselesaikan tahun 2019. Pada Juli 2019 penulis dinyatakan diterima untuk melanjutkan studi di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada tahun 2022 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Rama Nirwana dan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SDN 01 Rama Nirwana, kecamatan Seputih Raman, kabupaten Lampung Tengah. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi anggota di Unit Kegiatan Mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksata (HIMASAKTA) dan menjadi sekretaris divisi Kerohanian di Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA) pada tahun 2021 di Universitas Lampung.

MOTTO

Dan tidak satu pun makhluk bergerak (bernyawa) di bumi melainkan semuanya dijamin Allah rezekinya. Dia mengetahui tempat kediamannya dan penyimpanannya. Semua (tertulis) dalam Kitab yang nyata (Lauh Mahfuz).

(Q.S. Hud: 6)

Jangan hidup untuk memuaskan harapan orang lain.

(Ichiro Kishimi)

Tak perlu menyesali apa yang telah terjadi, karena itu adalah pilihanmu sendiri. Fokuskan pada dirimu sendiri di hari ini yang akan mempengaruhi masa depanmu.

(Alya Rizki Mustopa)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang selalu melimpahkan nikmat dan rahmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai bakti kasih tulus yang mendalam kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Ali Mustopa dan Ibu Sri Rejeki Handayani yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendukung, dan mendoakan semua kebaikan kepada penulis. Semoga Allah senantiasa memberikan jalan bagi penulis untuk dapat membanggakan kalian.
2. Kakak lelaki penulis yang sudah meninggal, Alm. Adam, terima kasih telah menjadi inspirasi bagi penulis hingga dapat menekuni bidang fisika dan adik lelaki penulis, Ghani, terima kasih telah memberikan doa dan semangatnya.
3. Keluarga di Bandarlampung, Ibu Suwati, Ajrul, dan Nadia terima kasih telah menjadi keluarga yang mendukung penulis secara moral maupun material.
4. Sepupu penulis, Arel, terima kasih telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Keluarga besar Sukino dan Mujirat yang telah memberikan doa dan dukungan yang terbaik bagi penulis.
6. Sahabat penulis, Hana, Intan, Rara, Siti, Safira, dan Adel yang selalu mendoakan kelancaran studiku serta menjadi teman diskusi dan berkeluh kesah. Semoga kita bersahabat hingga di akhirat.
7. Para pendidik yang senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat.
8. Para *author anime* dan komik favorit penulis yang telah menciptakan karya terbaiknya hingga menghibur penulis di waktu luangnya.
9. Keluarga besar Sigma F 2019 dan Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA).
10. 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 Praktikum Digital Menganalisis Besaran-Besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Shalawat dan salam tak lupa disanjungkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW. yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Penulis menyadari terdapat bantuan dari berbagai pihak dalam skripsi ini dan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeila Afriani, D.E.A., IPM., 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.
5. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I atas kesediaan memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediaan memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Pembahas yang telah memberikan bimbingan dan saran perbaikan skripsi ini.
8. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., Bapak Dimas Permadi, M.Pd., dan Ibu Anggi Ulva Septia, S.Pd., selaku validator produk atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan saran, semangat, dan motivasi kepada

penulis.

9. Bapak dan Ibu Dosen serta *staff* Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
10. Almamater tercinta Universitas Lampung.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika angkatan 2019.
12. Kepada semua pihak yang telah membantu perjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5. Ruang Lingkup Penelitian | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Penelitian Pengembangan | 6 |
| 2.2. Model Pembelajaran POE (<i>Predict Observe Explain</i>) | 7 |
| 2.3. Kemampuan Berpikir Kritis | 8 |
| 2.4. Panduan Praktikum Digital | 9 |
| 2.5. Baterai | 11 |
| 2.6. Baterai Sekunder | 14 |
| 2.7. Besaran Fisis pada Baterai | 15 |
| 2.8. Penelitian yang Relevan | 18 |
| 2.9. Kerangka Pikir | 19 |
| III. METODE PENELITIAN | |
| 3.1. Desain Penelitian | 21 |
| 3.2. Prosedur Pengembangan | 21 |
| 3.2.1. <i>Analysis</i> | 22 |
| 3.2.2. <i>Design</i> | 23 |
| 3.2.3. <i>Development</i> | 24 |
| 3.2.4. <i>Evaluation</i> | 24 |
| 3.3. Instrumen Penelitian | 25 |
| 3.4. Teknik Pengumpulan Data | 26 |
| 3.5. Teknik Analisis Data | 27 |

| | |
|---------------------------------|----|
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1. Hasil Penelitian | 30 |
| 4.2. Pembahasan | 41 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan | 47 |
| 5.2. Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Aktivitas Guru dan Peserta Didik pada Model Pembelajaran POE | 7 |
| 2. Indikator Berpikir Kritis yang Digunakan dalam Penelitian | 9 |
| 3. Deret Volta | 12 |
| 4. Penelitian yang Relevan | 18 |
| 5. Kebaruan Penelitian | 18 |
| 6. <i>Storyboard</i> Panduan Praktikum Digital | 23 |
| 7. Skala <i>Likert</i> pada Angket Uji Validasi | 25 |
| 8. Skala <i>Likert</i> pada Angket Uji Kepraktisan | 26 |
| 9. Teknik Analisis Data | 27 |
| 10. Konversi Skor Uji Validasi | 28 |
| 11. Konversi Skor Uji Kepraktisan | 29 |
| 12. Hasil Uji Validitas Media dan Desain | 33 |
| 13. Hasil Uji Validitas Materi dan Konstruksi | 34 |
| 14. Saran Perbaikan oleh Validator | 35 |
| 15. Hasil Uji Keterbacaan | 37 |
| 16. Hasil Uji Persepsi Guru..... | 38 |
| 17. Hasil Uji Respon Peserta Didik | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Baterai Sekunder | 14 |
| 2. Kerangka Pemikiran | 20 |
| 3. Diagram Alur Penelitian..... | 22 |
| 4. Tampilan Sampul Depan Produk | 32 |
| 5. Perbaikan dari Validator (a) Produk sebelum dilakukan revisi. (b) Produk setelah dilakukan revisi..... | 36 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pandemi *Coronavirus Disease (Covid-19)* mengakibatkan krisis pembelajaran semakin bertambah dan meningkatkan kesenjangan pembelajaran, oleh karena itu Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Nadiem Anwar Makarim mengambil tindakan dengan meluncurkan Merdeka Belajar Episode Kelima belas: Kurikulum Merdeka dan *Platform* Merdeka Mengajar (Kemdikbud, 2022). Merdeka Belajar menurut Wahdani dan Burhanuddin (2020) merupakan sistem pendidikan yang didalamnya mengutamakan kebebasan bagi guru dan peserta didik. Merdeka Belajar dapat dikatakan sebagai kemerdekaan minat, kebutuhan, dan karakteristik peserta didik dalam belajar. Landasan dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka salah satunya yaitu keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BPSKAP) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi nomor 008/H/Kr/2022 tentang capaian pembelajaran.

Capaian pembelajaran pada mata pelajaran fisika SMA sederajat kelas XII diorganisasikan dalam dua kategori, yaitu pemahaman fisika dan keterampilan proses. Capaian pembelajaran yang dimuat dalam keterampilan proses salah satunya adalah mencipta. Capaian pembelajaran mencipta dideskripsikan bahwa peserta didik mampu menggunakan hasil analisis data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun dalam menyelesaikan suatu permasalahan (Kemdikbudristek, 2022). Salah satu masalah yang sedang dialami yaitu adanya limbah baterai yang tidak dikelola dengan baik akan berpotensi merusak lingkungan (King *and* Boxall, 2019). Limbah baterai yang menumpuk yaitu limbah baterai primer atau baterai

sekali pakai. Baterai primer sering digunakan pada peralatan elektronik sebagai suplai arus listrik seperti *remote TV*, *remote AC*, jam dinding, berbagai mainan elektronik, dan lain sebagainya. Mendaur ulang batang karbon yang ada pada limbah baterai primer menjadi anoda pada baterai sekunder yang baru merupakan salah satu langkah yang dapat diambil.

Capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka telah relevan dengan kompetensi yang harus dimiliki peserta didik pada abad 21, yaitu *critical thinking*, *creativity*, *communication skills*, dan *collaborative*, sehingga dalam pembelajaran fisika diharapkan peserta didik dapat berpikir kritis, aktif, hingga kreatif yang mampu memanfaatkan bahan bekas seperti limbah baterai primer menjadi baterai sekunder baru melalui kegiatan praktikum sehingga peserta didik menjadi lebih produktif.

Angket kebutuhan sementara yang belum baku disebarluaskan melalui *google form* kepada tiga sekolah yaitu, MAN 1 Lampung Tengah, SMAN 1 Terusan Nunyai, dan SMA Budaya Bandar Lampung dengan responden tiga guru fisika dan 185 peserta didik. Didapatkan informasi bahwa guru di ketiga sekolah tersebut cenderung menyampaikan materi dengan metode ceramah dan kurang berinteraksi dengan peserta didik. Ketiga sekolah tersebut juga belum mengadakan kegiatan praktikum yang mengatasi limbah baterai primer. Angket ini juga berisikan informasi yang menganalisis kemampuan peserta didik, didapatkan bahwa guru fisika menyatakan sebesar 36,36% kemampuan berpikir kritis telah dicapai peserta didik dan peserta didik menyatakan bahwa mereka mencapai 39,46% kemampuan berpikir kritis.

Penyampaian materi fisika yang kurang tepat dan tidak adanya kegiatan praktikum yang mengatasi permasalahan di lingkungan sekitar membuat tingkat keterampilan berpikir kreatif dan kritis peserta didik menjadi rendah. Kurangnya keterampilan berpikir ini menandakan bahwa capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka dan kompetensi yang harus dimiliki peserta didik pada abad 21 belum terpenuhi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan kegiatan praktikum pembuatan baterai sekunder yang memanfaatkan limbah baterai primer yang berpotensi merusak lingkungan, sehingga peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian pengembangan yang berjudul “Pengembangan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik”. Panduan praktikum ini diharapkan dapat menjadi pendukung dalam kegiatan praktikum pemanfaatan limbah baterai primer menjadi baterai sekunder yang baru dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui langkah-langkah praktikum yang dirangkai berdasarkan indikator berpikir kritis oleh Facione (2015) serta mewujudkan peserta didik yang lebih aktif dengan ketertarikannya terhadap *smartphone* dikarenakan panduan praktikum ini dirancang digital dan interaktif dilengkapi gambar dan video.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kevalidan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik?
2. Bagaimana kepraktisan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menjelaskan kevalidan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.
2. Menjelaskan kepraktisan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk:

1. Bagi guru
Sebagai media pembelajaran yang dapat membantu guru dalam proses pembelajaran fisika khususnya pada materi Kelistrikan.
2. Bagi peserta didik
Menuntun kegiatan praktikum pembuatan baterai sekunder sebagai sumber energi listrik pada materi Kelistrikan dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
3. Bagi masyarakat umum
Mempermudah masyarakat untuk menghasilkan sumber energi listrik sendiri dengan bahan yang mudah didapat.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder.
2. Panduan praktikum digital berisikan panduan secara tekstual dan video.
3. Panduan praktikum digital didesain menggunakan *ibisPaint X* dan *Flip PDF Professional* serta berbantuan *google form* untuk mengumpulkan jawaban dan evaluasi pemahaman.
4. Besaran-besaran fisis yang dianalisis berupa tegangan terbuka, tegangan jepit, hambatan dalam, kuat arus, dan daya baterai.
5. Indikator kemampuan berpikir kritis yang digunakan diadaptasi dari Facione (2015) dengan 6 indikator yaitu *interpretation*, *analysis*, *inference*, *evaluation*, *explanation*, dan *self-regulation*.
6. Uji coba produk yang dilakukan terdiri atas uji kevalidan dan uji kepraktisan.
7. Validasi produk penelitian ini dilakukan oleh dua ahli dari dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu ahli dari guru fisika SMA.

8. Uji kepraktisan produk penelitian ini dilakukan oleh tiga guru fisika dan 10 peserta didik SMAN 1 Terusan Nunyai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) merupakan salah satu jenis penelitian yang banyak digunakan dalam bidang pendidikan. Pengertian penelitian pengembangan menurut Sugiyono (2016) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Gay (1990) mengemukakan bahwa penelitian pengembangan merupakan upaya mengembangkan suatu produk yang efektif dan berupa bahan-bahan pembelajaran, media, strategi pembelajaran untuk digunakan di sekolah, dan bukan untuk menguji teori. Beberapa penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian pengembangan merupakan kegiatan yang tidak menguji teori melainkan kegiatan yang dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan suatu produk di bidang pendidikan yang baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada, kemudian produk tersebut diuji keefektifannya di lapangan.

Penelitian ini menggunakan penelitian pengembangan yang diadaptasi oleh Richey and 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 produk berdasarkan saran dan masukan dari para ahli.

2.2. Model Pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*)

Pembelajaran dengan metode yang kurang tepat dapat mengakibatkan peserta didik kurang aktif, kreatif, dan inovatif. Terutama pada pembelajaran fisika yang membutuhkan kegiatan praktikum sebagai pendampingnya dengan metode pembelajaran yang tepat. Salah satu model pembelajaran yang tepat dengan kegiatan praktikum yaitu model pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) yang diperkenalkan oleh White *and* Gunstone pada tahun 1992. Model pembelajaran POE dikembangkan untuk mengungkap kemampuan memprediksi peserta didik beserta alasannya terhadap suatu fenomena (White *and* Gunstone, 1992). Model ini mengacu pada teori konstruktivis, dimana esensi dari model ini adalah peserta didik yang membangun pengetahuan awalnya sendiri dilanjut mengkonstruksi pengetahuan sesuai hasil pembelajaran yang diperoleh (Fathonah, 2016). Dapat disimpulkan bahwa POE merupakan model pembelajaran yang berfokus pada kemampuan prediksi peserta didik dengan mencari bekal awal, memprediksi, mengobservasi, dan menkonstruksi terhadap suatu fenomena.

Prosedur pembelajaran POE meliputi prediksi peserta didik terhadap suatu peristiwa (*predict*), melakukan percobaan untuk membuktikan prediksi (*observe*), dan mendiskusikan alasan dari prediksi yang dibuat serta hasil percobaan yang dilakukan (*explain*) (Muna, 2017). Aktivitas guru dan peserta didik dalam model pembelajaran POE dijelaskan pada tabel berikut (Liew, 2004).

Tabel 1. Aktivitas Guru dan Peserta Didik pada Model Pembelajaran POE

| Langkah Pembelajaran | Aktivitas Guru | Aktivitas Peserta Didik |
|----------------------|---|--|
| <i>Prediction</i> | Memberikan hipotesis terkait materi yang akan dibahas | Peserta didik memberikan hipotesis terhadap suatu peristiwa berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya. Peserta didik diminta memberikan alasan dari dugaan yang dibuatnya. |
| <i>Observation</i> | Sebagai fasilitator dan mediator | Peserta didik mengobservasi dengan melakukan percobaan untuk membuktikan prediksi yang dibuat, dan mencatat hasil pengamatan. |
| <i>Explanation</i> | Menfasilitasi jalannya diskusi | Peserta didik berdiskusi dan menjawab pertanyaan serta memberikan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan. |

Model POE menjadi pilihan yang tepat untuk diterapkan dalam panduan praktikum yang nantinya digunakan untuk memandu kegiatan praktikum, dimana didalamnya terdapat panduan kegiatan memprediksi, mengobservasi, dan menjelaskan atau menyimpulkan kegiatan praktikum yang dilakukan.

2.3. Kemampuan Berpikir Kritis

Pembelajaran abad 21 menggunakan istilah yang dikenal sebagai 4C (*critical thinking, communication, collaboration, and creativity*) adalah empat keterampilan yang telah diidentifikasi sebagai keterampilan abad ke-21 (P21) sebagai keterampilan yang sangat penting dan diperlukan untuk pendidikan abad ke-21 (Ariyana dkk., 2018: 14). Capaian pembelajaran proses sains pada Kurikulum Merdeka sudah sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad 21 yang salah satunya menuntut peserta didik agar dapat menguasai kemampuan berpikir kritis.

Berpikir kritis menurut Ariyana dkk. (2018:12) merupakan proses dimana segala pengetahuan dan keterampilan dikerahkan dalam memecahkan permasalahan yang muncul, mengambil keputusan, menganalisis semua asumsi yang muncul, dan melakukan investigasi atau penelitian berdasarkan data dan informasi yang telah didapat sehingga menghasilkan informasi atau simpulan yang diinginkan. Secara sederhana berpikir kritis menurut Facione (2015) adalah berpikir yang memiliki tujuan (membuktikan suatu hal, menafsirkan sesuatu yang berarti, dan memecahkan masalah). Peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis tinggi memiliki kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi dibandingkan peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis rendah (Hunaepi dkk., 2020). Beberapa penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir pada tingkat tinggi dengan menganalisis, menafsirkan, dan memecahkan permasalahan, sehingga sangat perlu untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini dikemukakan oleh Facione (2015) yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation, dan self-regulation*.

Tabel 2. Indikator Berpikir Kritis yang Digunakan dalam Penelitian

| Kegiatan pada Panduan Praktikum | Indikator yang Dilatihkan |
|--|---|
| Memahami materi dasar untuk memprediksi suatu fenomena | <i>Interpretation</i> |
| Membuat prediksi suatu fenomena berdasarkan pengetahuan yang didapat | <i>Analysis dan inference</i> |
| Melakukan percobaan dan menganalisis data hasil percobaan | <i>Analysis, interpretation, explanation</i> |
| Membuat kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan | <i>Explanation, evaluation, dan self-regulation</i> |

2.4. Panduan Praktikum Digital

Penggunaan media pembelajaran sangat diperlukan dalam menunjang kegiatan pembelajaran. Media pembelajaran merupakan alat atau wadah penyampaian pesan atau informasi yang dapat berupa materi dalam belajar sehingga dapat menumbuhkan minat belajar seseorang untuk mencapai tujuan dari pembelajaran (Zahwa dan Syafi'i, 2022). Media pembelajaran digunakan sebagai pendamping bahan ajar. Penggunaan media pembelajaran yang menarik dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik dapat meningkatkan motivasi, perhatian, dan pemahaman peserta didik saat pembelajaran berlangsung. Media pembelajaran dapat dibedakan menjadi tiga yaitu media visual, media audio, dan media visual-audio (Ramli, 2012: 17). Contoh media pembelajaran yang sering digunakan yaitu gambar, diagram, grafik, poster, alat peraga, komputer, papan tulis, PPT, video, LKPD, panduan praktikum, dan lain sebagainya.

Panduan praktikum yang termasuk ke dalam media visual merupakan tata cara yang memandu pengguna dalam melakukan praktikum. Panduan praktikum biasanya memuat tentang komponen tata tertib di dalam laboratorium, materi yang cukup, judul topik praktikum, cara kerja praktikum, dan lainnya (Agustina dkk., 2022). Penggunaan panduan praktikum dalam bentuk *hard file* kurang efektif dan

efisien karena terdapat pemborosan dalam penggunaan kertas dan sulit jika dibawa kemana-mana, maka dari itu untuk mempermudah pelaksanaan praktikum disajikannya panduan praktikum dalam bentuk digital (Dari dkk., 2021).

Kelebihan media digital menurut Kisno dan Sianipar (2019) yaitu ramah lingkungan karena mengurangi konsumsi jumlah cetakan dan tinta, interaktif karena dapat ditambahkan video, tabel, kuis, dan jajak pendapat, serta produksi berbiaya rendah dengan distribusi yang mudah. Panduan praktikum digital yang dikembangkan memuat panduan dalam bentuk tekstual dan video sehingga panduan praktikum ini menjadi media digital audio-visual yang interaktif.

Panduan praktikum digital yang dikembangkan memuat empat aktivitas yang setiap aktivitasnya melatih indikator kemampuan berpikir kritis. Aktivitas pertama yaitu Bekal Awal, dimana indikator *interpretation* dilatihkan dengan membaca dan memahami materi dasar. Aktivitas kedua yaitu Coba Pikirkan, dimana indikator *analysis* dan *inference* dilatihkan dengan memberikan suatu hipotesis. Aktivitas ketiga Ayo Ciptakan, dimana indikator *interpretation*, *analysis*, dan *explanation* dilatihkan dengan menganalisis data hasil perobaan. Aktivitas keempat Kesimpulan dan Evaluasi Diri, melatih indikator *explanation*, *evaluation*, dan *self-regulation*, dimana peserta didik memerikan kesimpulan, mengevaluasi kegiatan praktikum yang dilalui, dan mengvaluasi diri. Panduan praktikum digital yang melatih kemampuan berpikir kritis selaras dengan tahapan model pembelajaran POE. Tahap *predict* ada pada aktivitas 2 dimana dilakukan prediksi dalam membuat hipotesis, tahap *observe* ada pada aktivitas 3 dimana dilakukan kegiatan praktikum, serta tahap *explain* yang ada pada aktivitas 3 dan 4 dimana peserta didik menjawab pertanyaan yang diberikan.

2.5. Baterai

2.5.1. Pengertian dan Fungsi Baterai

Tidak sedikit barang elektronik digunakan pada pekerjaan sehari-hari. Barang elektronik memerlukan suplai listrik untuk dapat mengoperasikannya. Barang elektronik bisa mendapatkan suplai dari listrik AC dan listrik DC. Barang elektronik yang mendapatkan suplai dari listrik DC menggunakan baterai sebagai sumber arus listrik. Pengertian baterai menurut Linden *and* Reddy (2002: 40) merupakan satu sel elektrokimia atau lebih yang terhubung secara elektrik dalam rangkaian seri/paralel yang sesuai untuk memberikan tegangan operasi dan arus yang diperlukan. Baterai sudah banyak dipasarkan dalam berbagai bentuk ukuran untuk menyesuaikan besar tegangan dan kuat arus yang dibutuhkan. Baterai berfungsi sebagai sumber arus listrik untuk mengoperasikan berbagai barang elektronik, seperti *remote* TV, *remote* AC, telepon seluler, laptop, jam tangan, jam dinding, kalkulator, senter, kipas angin *portable*, dan berbagai barang elektronik lainnya.

2.5.2. Jenis Baterai

Baterai terbagi menjadi dua jenis berdasarkan pemakaiannya, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai sekali pakai yang tidak dapat diisi ulang. Anode dan katode baterai primer dihabiskan secara kimia ketika sel menghasilkan arus listrik. Contoh baterai primer adalah baterai kering seng karbon, alkaline, merkuri, perak oksida, dan Li/SOCl₂ (Salam dkk., 2013: 53). Baterai sekunder merupakan baterai yang dapat diisi ulang. Anode dan katode baterai sekunder bereaksi secara kimia. Proses pengisian ulang baterai sekunder menggunakan konsep kimia elektrolisis dengan mengembalikan anode dan katode ke kondisi awal. Contoh baterai sekunder yaitu baterai Pb (aki), baterai Ni-Cd, NiMH, dan baterai ion litium (Salam dkk., 2013: 56).

2.5.3. Prinsip Operasi Baterai

Prinsip operasi baterai menggunakan konsep elektrokimia. Elektrokimia menurut Haryono (2019: 105) merupakan pembahasan kimia yang disebabkan oleh energi listrik dan reaksi kimia yang menghasilkan arus listrik. Konsep elektrokimia yang digunakan dalam prinsip operasi baterai yaitu sel volta.

Sel volta merupakan reaksi redoks (reduksi dan oksidasi) yang terjadi secara spontan. Sel volta terdiri atas elektroda tercelup dalam suatu elektrolit, dimana reaksi kimia yang terjadi dapat membangkitkan arus listrik (Sunarya, 2012: 263). Anoda pada sel volta mengalami reaksi reduksi sehingga menjadi elektroda negatif dan katoda mengalami reaksi oksidasi sehingga menjadi elektroda positif. Susunan unsur-unsur logam berdasarkan potensial elektroda standarnya disebut deret elektrokimia atau deret volta. Deret volta dapat dilihat pada Tabel 1.

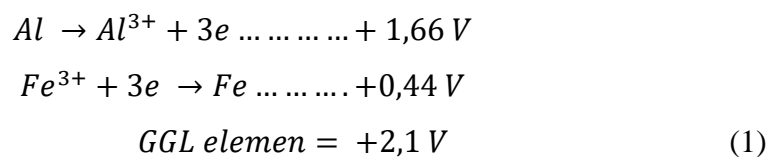
Tabel 3. Deret Volta

| No | Jenis Logam | Simbol | E ⁰ sel |
|----|-------------|--------|--------------------|
| 1 | Litium | Li | -3,04 |
| 2 | Kalium | K | -2,92 |
| 3 | Barium | Ba | -2,90 |
| 4 | Kalsium | Ca | -2,87 |
| 5 | Natrium | Na | -2,71 |
| 6 | Magnesium | Mg | -2,37 |
| 7 | Aluminium | Al | -1,66 |
| 8 | Mangan | Mn | -1,18 |
| 9 | Seng | Zn | -0,76 |
| 10 | Krom | Cr | -0,74 |
| 11 | Besi | Fe | -0,44 |
| 12 | Nikel | Ni | -0,28 |
| 13 | Kobalt | Co | -0,28 |
| 14 | Timah | Sn | -0,14 |
| 15 | Timbal | Pb | -0,13 |
| 16 | Hidrogem | H | 0,00 |
| 17 | Tembaga | Cu | +0,34 |
| 18 | Air Raksa | Hg | +0,79 |
| 19 | Perak | Ag | +0,80 |
| 20 | Emas | Au | +1,52 |

(Salam dkk., 2013)

Logam yang terletak paling atas lebih reaktif dari pada logam-logam yang ada di bawah (Salam dkk., 2013: 76). Logam yang terletak semakin ke atas merupakan reduktor yang lebih kuat dan logam yang terletak semakin ke bawah merupakan oksidator yang lebih kuat. Suatu logam dalam deret volta mampu mereduksi ion-ion di bawahnya, tapi tidak mampu mereduksi ion-ion di atasnya. Mengukur kekuatan sifat reduktor menggunakan konsep potensial reduksi dengan lambang E_o (potensial listrik) yang ditimbulkan apabila suatu ion logam mengalami reduksi menjadi logamnya. Semakin mudah suatu ion logam mengalami reduksi, semakin besar E_o yang ditimbulkan. Logam yang memiliki E_o lebih kecil selalu merupakan anoda (mengalami oksidasi) (Awalia, 2019).

Bahan yang digunakan yaitu aluminium (Al) dan $FeCl_3$. $FeCl_3$ disederhanakan menjadi $Fe^{3+} + 3Cl^-$, sehingga Fe^{3+} yang merupakan logam digunakan dalam reaksi redoks bersama Al. Reaksi redoks Al dan Fe^{3+} yang berdasarkan deret volta dituliskan sebagai berikut.



Nilai GGL elemen sebesar 2,1 volt merupakan nilai dimana logam yang digunakan merupakan logam murni tanpa campuran, sedangkan dalam pembuatan baterai sekunder yang dikembangkan menggunakan logam bekas yang ada di sekitar sehingga logam tersebut memiliki banyak campuran didalamnya.

Aluminium bekas dan $FeCl_3$ digunakan dalam pembuatan baterai sekunder ini, sehingga nilai GGL elemen yang didapatkan hanya sebesar 1,4 volt karena logam yang digunakan bukan logam murni.

2.6. Baterai Sekunder

Baterai sekunder yang dikembangkan memiliki tegangan sekitar $\pm 1,3$ volt. Baterai sekunder ini tersusun dari bahan yang mudah didapatkan, dengan bahan utamanya adalah karbon bekas dari limbah baterai primer sebagai katode, aluminium bekas sebagai anode, NaCl, FeCl₃, agar-agar dan kapas. Desain baterai sekunder yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Baterai Sekunder

Karbon merupakan unsur kimia dengan simbol C pada golongan IVA. Karbon terdapat dalam keadaan bebas (bentuk alotrop) sebagai intan dan grafit, dan dalam bentuk amorf sebagai batubara (Sunarya, 2012: 407-410). Grafit merupakan satu inti karbon konduktor listrik yang bisa digunakan sebagai material elektroda pada sebuah lampu listrik (Syafutra dkk., 2022). Batang karbon yang terdapat pada baterai primer atau sekali pakai dan isi pensil merupakan karbon yang terbuat dari grafit. Pembuatan baterai sekunder membutuhkan karbon yang terbuat dari grafit, dengan alternatif menggunakan batang karbon yang terdapat pada baterai primer bekas.

Aluminium merupakan unsur kimia dengan simbol Al pada golongan IIIA (Sunarya, 2012: 296). Aluminium sudah banyak digunakan dalam kehidupan

sehari-hari, seperti menjadi bahan baku industri, bahan baku peralatan rumah tangga, pembungkus makanan atau minuman (*aluminium foil*), dan lainnya. Aluminium yang digunakan dalam pembuatan baterai sekunder yaitu aluminium bekas talang air.

Larutan NaCl (natrium klorida) atau garam menurut Herman dkk., (2022) merupakan salah satu larutan elektrolit kuat yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. NaCl juga dapat terionisasi secara sempurna sehingga dapat menyalakan lampu. Garam yang digunakan dalam pembuatan baterai sekunder ini merupakan garam krosok dan garam ikan. Garam krosok dan garam ikan murni mengandung NaCl tanpa ada senyawa lainnya. Berbeda dengan garam dapur yang mengandung yodium dan senyawa lain di dalamnya.

FeCl_3 (feri klorida) atau besi klorida merupakan senyawa kimia yang dibuat dari beberapa unsur kimia yang disatukan. FeCl_3 dapat mengikis bahan zat padat yang mengandung zat besi murni seperti aluminium, tembaga, timah, dan besi (Nengsih, 2021). FeCl_3 yang dilarutkan ke dalam air akan menjadi larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik.

2.7. Besaran Fisis pada Baterai

2.7.1. Tegangan Terbuka

Tegangan terbuka atau perbedaan potensial listrik memiliki satuan volt dengan lambang V. Perbedaan potensial listrik pada titik yang berbeda dalam suatu rangkaian terjadi jika dalam rangkaian dipasang sumber potensial listrik dikenal dengan GGL (gaya gerak listrik) atau *electromotive force* (EMF) (Abdullah, 2017: 212). Contoh GGL adalah baterai, aki, dinamo, sel surya, dan lain-lain. GGL memiliki dua terminal atau kutub yang memiliki potensial yang berbeda. Jika kutub-kutub GGL dihubungkan ke rangkaian, maka arus listrik mengalir keluar dari kutub yang memiliki potensial lebih tinggi, menuju rangkaian, dan mengalir masuk ke kutub yang memiliki potensial lebih rendah. Kutub GGL yang potensialnya lebih tinggi sering disebut kutub positif dan yang lebih rendah

disebut kutub negatif. GGL disimbolkan dengan simbol \mathcal{E} . GGL atau tegangan terbuka dapat diketahui ketika sumber potensial dirangkai dengan voltmeter.

2.7.2. Tegangan Jepit

Tegangan jepit menurut Zubaidah dkk. (2015: 265) merupakan tegangan di antara kutub-kutub baterai ketika baterai dihubungkan dengan suatu rangkaian sehingga ada arus yang mengalir. Tegangan jepit dapat diketahui jika baterai dipasang secara seri/parallel bersama beban dengan kondisi saklar tertutup. Besar tegangan jepit berdasarkan hukum Ohm yaitu:

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= I(R + r) \\ I \times R &= \mathcal{E} - (i \times r) \\ V &= \mathcal{E} - (i \times r)\end{aligned}\tag{2}$$

Dengan: r = hambatan dalam (Ω)
 R = hambatan luar (Ω)
 \mathcal{E} = GGL baterai (volt)
 V = tegangan jepit (volt)
 I = kuat arus (ampere)

2.7.3. Hambatan Dalam

Hambatan listrik merupakan sesuatu yang dapat mengurangi arus listrik. Besarnya hambatan listrik diukur dengan satuan ‘Ohm’ (Ω) (Prasetyono, 2003: 17). Jika baterai dirangkai secara seri/parallel bersama beban, maka kuat arus yang mengalir dipengaruhi oleh hambatan dalam dan hambatan pada beban. Hambatan dalam biasa disimbolkan dengan r . Besarnya nilai hambatan dalam dipengaruhi oleh renggangnya hubungan antara komponen yang ada di dalam baterai. Mencari hambatan dalam dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan berdasarkan persamaan (2) dengan syarat nilai tegangan terbuka, tegangan tertutup, dan kuat arus pada baterai telah diketahui.

2.7.4. Kuat Arus

Arus listrik adalah muatan listrik yang bergerak di dalam sambungan atau dalam komponen. Arus listrik muncul jika terdapat rangkaian listrik seri/paralel (Blocher, 2003: 8-9). Arus yang mengalir di dalam rangkaian listrik diukur dalam satuan ampere (A). Arus sebesar satu ampere merupakan jumlah arus yang dibutuhkan untuk mengalirkan arus listrik melalui resistansi sebesar satu ohm, pada tekanan listrik sebesar satu volt. Arus listrik dapat diukur dengan menggunakan alat ukur listrik yang disebut amperemeter. Ada dua jenis arus listrik, yaitu arus searah (*direct current*) dan arus bolak-balik (*alternating current*). Arus searah mengalir dalam satu arah. Arus searah merupakan arus listrik yang dihasilkan oleh baterai kering dan baterai akumulator atau aki. Arus searah jarang digunakan di industri sebagai sumber energi utama, tetapi lebih banyak digunakan untuk mencatu sistem kontrol industrial (Widodo, 2014: 44).

2.7.5. Daya

Daya listrik menurut Prasetyono (2003: 18) adalah besarnya energi listrik yang dipergunakan selama beban berlangsung dalam satu detik. Rumus energi listrik adalah:

$$W = V \times I \times t \quad (3)$$

Dimana : W = energi (J)

I = kuat arus (A)

V = tegangan (V)

t = waktu (s)

Daya listrik merupakan energi listrik per satuan detik, sehingga dari persamaan (3) didapatkan:

$$P = V \times I \quad (4)$$

2.8. Penelitian yang Relevan

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

Tabel 4. Penelitian yang Relevan

| No. | Nama dan Tahun Penelitian | Judul | Hasil |
|-----|------------------------------|---|---|
| 1 | Mahrawi dkk. (2022) | Pengembangan Panduan Praktikum Biologi pada Konsep Sistem Pencernaan untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis | Menghasilkan panduan praktikum Biologi pada konsep pencernaan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang sangat valid untuk digunakan |
| 2 | Sugiarti dkk. (2021) | Pengembangan Panduan Praktikum IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi PGMI Fakultas Tarbiyah dan Tadris IAIN Bengkulu | Menghasilkan panduan praktikum IPA dengan kemampuan berpikir kritis dalam kriteria baik dan validasi panduan praktikum dengan kategori layak serta praktis |
| 3 | Susanti <i>et al.</i> (2022) | <i>The Natural Science Practical Guide Developed Based on Critical Thinking Skills: Implementation Test Result</i> | Menghasilkan panduan praktikum IPA yang praktis dan efektif dengan tiga indikator kemampuan berpikir kritis yang tinggi serta dua indikator kemampuan berpikir kritis yang sedang |

Tabel 5. Kebaruan Penelitian

| Nama Penelitian (1) | Kebaruan (2) |
|------------------------------|--|
| Mahrawi dkk. (2022) | <ul style="list-style-type: none"> • mengembangkan kemampuan berpikir kritis • menggunakan materi biologi konsep pencernaan • menggunakan media cetak |
| Sugiarti dkk. (2021) | <ul style="list-style-type: none"> • mengembangkan kemampuan berpikir kritis • menggunakan materi cahaya • menggunakan media cetak |
| Susanti <i>et al.</i> (2022) | <ul style="list-style-type: none"> • mengembangkan kemampuan berpikir kritis • menggunakan materi IPA terpadu • menggunakan media cetak • menggunakan alat, bahan, dan metode yang mudah dijangkau |

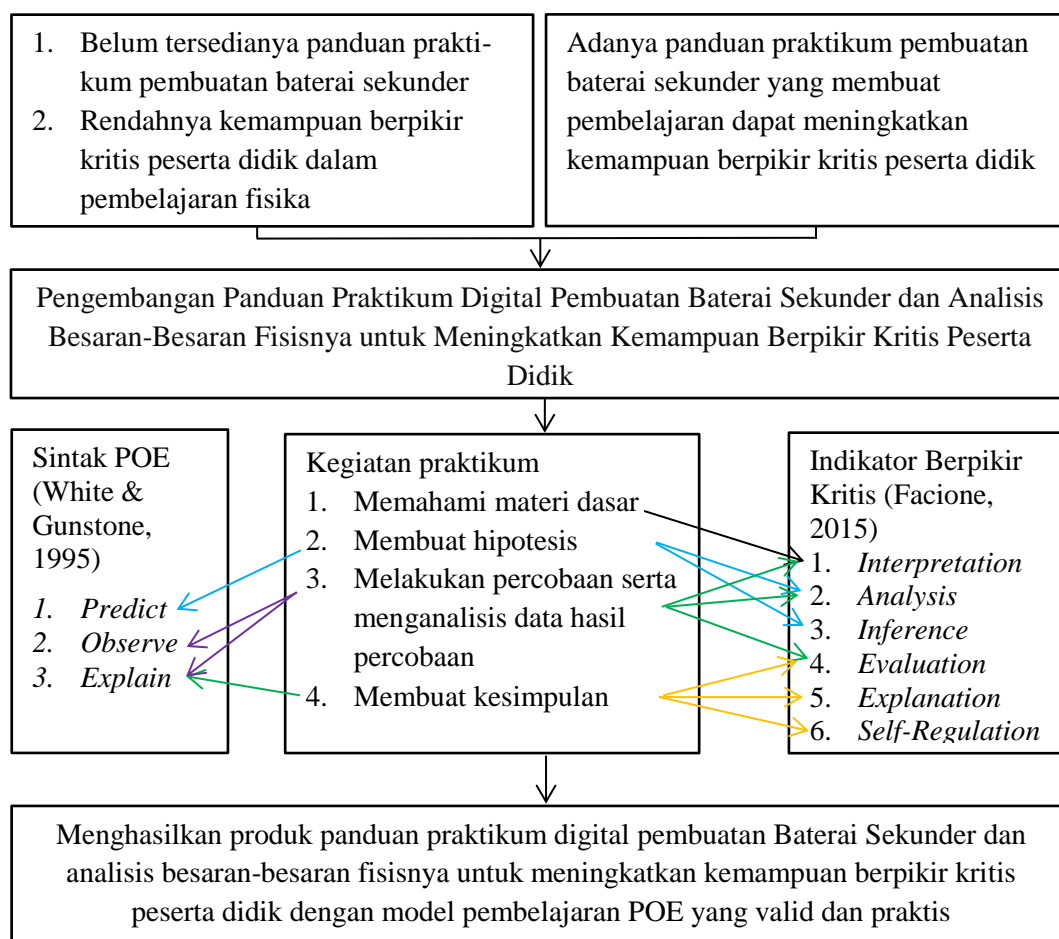
| (1) | (2) |
|-----------------|---|
| Penelitian Saya | <ul style="list-style-type: none"> • mengembangkan kemampuan berpikir kritis • mengembangkan pembuatan sumber energi listrik • menggunakan materi kelistrikan • menggunakan bahan yang mudah didapatkan • dilengkapi panduan berupa video • dilengkapi glosarium • menggunakan media digital |

2.9. Kerangka Pemikiran

Media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa panduan praktikum digital pembuatan baterai sekunder dan analisis besaran-besaran fisisnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang dibuat berbantuan aplikasi *ibisPaint X* dan *Flip PDF Professional*. Panduan praktikum digital ini dapat membantu guru dalam kegiatan praktikum. Panduan praktikum yang tepat juga dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep fisika dan memandu peserta didik dalam pelaksanaan praktikum hingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.

Kemampuan berpikir kritis pada peserta didik dapat ditingkatkan melalui kegiatan praktikum yang memuat indikator berpikir kritis didalamnya. Panduan praktikum digital yang dikembangkan ini memuat 4 aktivitas. Aktivitas pertama yaitu Bekal Awal yang melatih peserta didik untuk dapat memahami dan menafsirkan materi yang diberikan agar dapat mengidentifikasi masalah yang akan muncul. Aktivitas memahami materi ini membantu peserta didik untuk berpikir kritis pada indikator *interpretation*. Aktivitas kedua yaitu Coba Pikirkan. Aktivitas ini melatih kemampuan berpikir kritis pada indikator *analysis* dan *inference* dimana peserta didik menganalisis masalah yang diberikan dan memberikan kesimpulan berupa hipotesis/prediksi yang kemungkinan akan terjadi. Aktivitas kedua ini merupakan tahapan pertama pada model pembelajaran POE, yaitu *prediction*. Aktivitas ketiga yaitu Ayo Ciptakan yang melatih kemampuan berpikir kritis pada indikator *analysis*, *interpretation*, dan *explain*. Peserta didik menafsirkan data besaran fisis yang telah diukur, menganalisis nilai tersebut

berdasarkan pertanyaan yang diajukan, dan menjawabnya pada *google form*. Aktivitas ini merangkap dua tahapan pada model pembelajaran POE, yaitu *observe* dan *explain*. Tahap *observe* ketika peserta didik melakukan praktikum untuk membuktikan hipotesis dan tahap *explain* ketika peserta didik menjelaskan hubungan antara besaran fisis yang satu dengan yang lainnya. Aktivitas terakhir yaitu Kesimpulan dan Evaluasi Diri yang melatih kemampuan berpikir kritis pada indikator *explain*, *evaluation*, dan *self-regulation*. Peserta didik memberikan kesimpulannya berdasarkan hipotesis awal. Peserta didik juga melakukan evaluasi. Dilakukan evaluasi baterai sekunder dengan mencari kelebihan dan kekurangannya serta evaluasi diri dimana peserta didik memberikan pendapatnya tentang peningkatan yang dialami setelah melakukan praktikum. Aktivitas ini juga termasuk ke dalam tahapan ketiga pembelajaran POE, yaitu *explain*. Uraian tersebut dapat disajikan melalui kerangka pemikiran pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

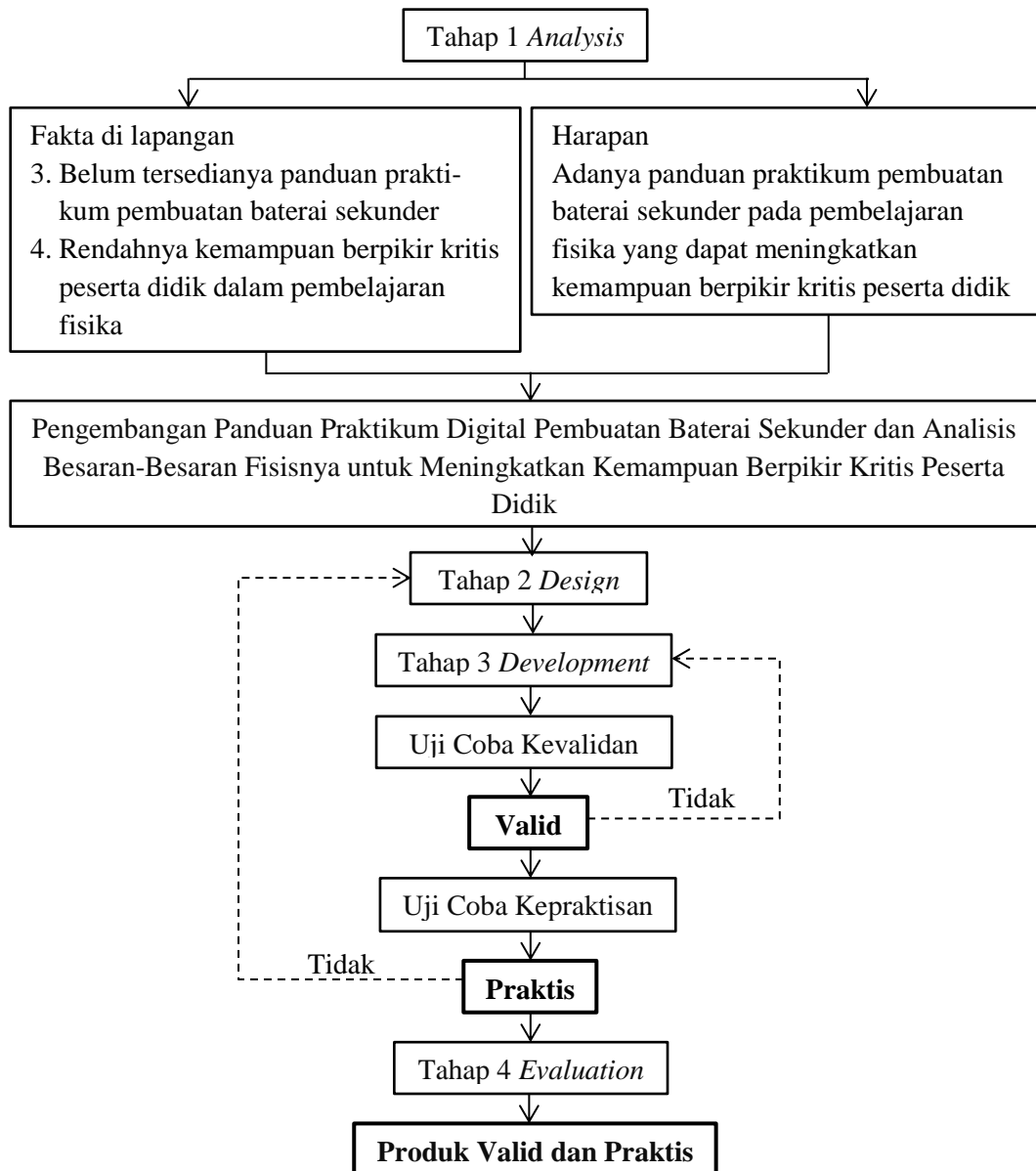
III. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian pengembangan yang dimaksud yaitu mengembangkan produk media pembelajaran berupa panduan praktikum digital yang dapat diakses melalui *smartphone*, tablet, maupun laptop atau komputer yang terhubung dengan koneksi internet. Panduan praktikum digital yang dikembangkan memuat panduan berupa tekstual dan video. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan *Design and Development Research (DDR)* yang dikembangkan oleh Richey and Klein (2007).

3.2. Prosedur 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 praktikum yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

3.2.1. *Analysis*

Tahap analisis merupakan kegiatan observasi yang dilakukan di ketiga sekolah yaitu, MAN 1 Lampung Tengah, SMAN 1 Terusan Nunyai, dan SMA Budaya Bandar Lampung yang telah menerapkan Kurikulum Merdeka. Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan kuisioner melalui *google form* kepada guru fisika dan peserta didik. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui masalah dan kebutuhan di ketiga sekolah tersebut dengan mencari informasi

terkait media pembelajaran, pelaksanaan kegiatan praktikum, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Didapatkan data bahwa belum diadakannya kegiatan praktikum pembuatan baterai sekunder yang memanfaatkan karbon pada limbah baterai primer. Diketahui juga bahwa guru dan peserta didik menyatakan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran fisika yang telah dicapai peserta didik secara berurut ialah sebesar 36,36% dan 39,46%. Angka tersebut membuktikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika masih rendah. Hasil analisis kebutuhan ini dijadikan acuan penelitian sehingga diputuskan untuk dilakukannya penelitian pengembangan panduan praktikum digital yang memanfaatkan karbon dari limbah baterai untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3.2.2. Design

Tahap pengembangan yang kedua merupakan tahap desain dengan merancang kerangka panduan praktikum digital. Produk dibuat berdasarkan indikator berpikir kritis oleh Facione (2015) dan didesain dengan bantuan aplikasi *ibisPaint X* serta *Flip PDF Professional*. Desain panduan praktikum yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Storyboard* Panduan Praktikum Digital

| Bagian | | Deskripsi |
|--------|---------------------|---|
| (1) | | (2) |
| Awal | Sampul Depan | Berisi judul, identitas penyusun, gambar baterai sekunder |
| | Kata Pengantar | 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 |
| | Daftar Video | Berisi daftar video disertai letak halaman |
| | Petunjuk Penggunaan | Berisi panduan penggunaan panduan praktikum digital |
| | Standar Isi | Berisi profil pelajar pancasila, capaian pembelajaran, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh siswa |
| Isi | Praktikum I | Berisi kegiatan praktikum menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder |
| | Praktikum II | Berisi kegiatan praktikum pengisian baterai sekunder |

| (1) | (2) | |
|---------|------------------------------|---|
| Penutup | Kesimpulan dan Evaluasi Diri | Berisi kesimpulan kegiatan praktikum I dan praktikum II serta evaluasi diri peserta didik |
| | Daftar Pustaka | Berisi rujukan pembuatan panduan praktikum |
| | Glosarium | Berisi kata-kata sulit dalam panduan praktikum |
| | Sampul Belakang | Merupakan sampul penutup yang berisikan biografi tokoh fisika |

3.2.3. *Development*

Development merupakan tahap pengembangan produk yang sesuai dengan rancangan desain yang telah dibuat. Produk yang telah dikembangkan divalidasi oleh validator yang terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan 1 guru fisika SMA. Validator melakukan validasi produk yang terdiri atas uji media, desain, materi, dan konstruk. Produk yang telah dikatakan valid dapat dilakukan uji kepraktisan yang terdiri atas uji keterbacaan, persepsi guru, dan respon peserta didik. Uji kepraktisan dilakukan dengan uji kelompok kecil dengan tujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik, mengetahui persepsi guru apakah panduan praktikum yang dikembangkan dapat memungkinkan digunakan dalam pembelajaran fisika di Kurikulum Merdeka, dan mengetahui respon peserta didik terkait hal-hal yang didapat setelah menggunakan panduan praktikum digital pembuatan terdiri baterai sekunder.

3.2.4. *Evaluation*

Evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pengembangan panduan praktikum digital yang bertujuan untuk menyempurnakan dan melakukan revisi berdasarkan saran serta masukan dari para ahli dan peserta didik. Tahap ini mengidentifikasi keberhasilan produk hingga dapat dikatakan valid dan praktis.

3.3. Instrumen Penelitian

Peneliti menggunakan instrumen penelitian berupa uji skala validasi dan uji 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 praktikum. Uji kepraktisan produk diberikan kepada kelompok kecil peserta didik dan guru fisika SMA untuk mengetahui pendapat peserta didik dan guru terhadap panduan praktikum digital yang dikembangkan.

3.3.1. Angket Validasi Produk

Angket uji skala validasi memberikan informasi tentang valid atau tidaknya panduan praktikum digital 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 7.

Tabel 7. 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 praktikum digital. Angket persepsi guru digunakan untuk mengetahui apakah panduan praktikum 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 praktikum digital. Skala *Likert* digunakan sebagai sistem penskoran yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurens (2011) dengan empat pilihan yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. 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

Angket skala *Likert* digunakan pada teknik pengumpulan data uji validasi dan data uji kepraktisan saat penelitian. Angket uji validasi terdiri atas uji validasi media dan desain serta uji validasi materi dan konstruk. Angket uji kepraktisan terdiri atas angket uji keterbacaan, persepsi guru, dan 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 praktikum digital yang dikembangkan.

Pengisian angket dilakukan dengan cara mengisi kolom tabel yang telah disediakan sesuai dengan aspek penilaian yang diberikan dan memberikan saran serta masukan terhadap panduan praktikum digital yang dikembangkan. Hasil pengisian angket oleh para ahli dan guru digunakan peneliti sebagai dasar dalam memperbaiki panduan praktikum digital yang telah divalidasi, sehingga panduan praktikum digital yang dikembangkan layak untuk digunakan saat proses pembelajaran di sekolah.

3.5. Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian yang didapatkan masih perlu dianalisis. Teknik analisis data dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. 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 hasil penilaian uji media dan desain dari validator c. Menentukan kategori penilaian uji media dan desain |
| | Angket uji materi dan konstruk | Dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru fisika SMA | 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 | 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 fisika SMA | a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji persepsi b. Menghitung skor hasil penilaian |

| (1) | (2) | (3) | (4) |
|-----|---------------------------------|--|--|
| | | | uji persepsi |
| | | | c. Menentukan kategori persepsi |
| | Angket uji respon peserta didik | Peserta didik yang telah mengerjakan panduan praktikum digital | 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 validitas didapatkan 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:

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

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

Tabel 10. Konversi Skor Uji Validasi

| Interval Skor Hasil Penilaian | Kriteria |
|-------------------------------|--------------|
| $3,25 < p < 4,00$ | Sangat Valid |
| $2,50 < p < 3,25$ | Valid |
| $1,75 < p < 2,50$ | Kurang Valid |
| $1,00 < p < 1,75$ | 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 oleh tiga guru Fisika 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 11.

Tabel 11. Konversi Skor Kepraktisan

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

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan hasil dan pembahasan yaitu:

- a. Panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata sebesar 3,61 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.
- b. Panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dinyatakan sangat praktis dengan skor rata-rata sebesar 90,06% berdasarkan uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik yang memenuhi aspek kemudahan, kebermanfaatan, dan keterlaksanaan.

5.2. Saran

Peneliti memberikan saran sebagai berikut:

- a. Penelitian selanjutnya disarankan dapat melakukan uji efektivitas sehingga memenuhi kriteria produk berkualitas baik, yaitu valid, praktis, dan efektif.
- b. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan aplikasi yang dapat mengedit tulisan pada *flipped book* sehingga peserta didik dapat memberikan respon tanpa berpindah situs laman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2017. *Fisika Dasar II*. Bandung: ITB. 905 hlm.
- Agustina, P., Santoso, H., & Widowati, H. 2022. Pengembangan Panduan Praktikum Berbasis Android. *Journal of Science and Biology Education*. 3 (1): 33-37.
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta. 413 hlm.
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamroni. 2018. *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Jakarta: Kemdikbud. 88 hlm.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 192 hlm.
- Awalia, F. 2019. *Kimia: Sel Volta*. Jakarta: Kemdikbud. 24 hlm.
- Blocher, R. 2003. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andi. 282 hlm.
- Dari, R. W., Purwaningsih, S., & Darmaji. 2021. Pengembangan Penuntun Praktikum Fisika SMA/MA Berbasis KPS Menggunakan 3D *Pageflip Professional* pada Materi Pengukuran. *Jurnal Edumaspul*. 5 (1): 230-241.
- Facione, P. A. 2015. *Critical Thinking: What It is and Why It Counts*. Millbrae: Measured Reasons and The California Academic Press. 29 p.
- Fathonah, F.S. 2016. Penerapan Model POE (Predict-Observe-Explain) untuk Meningkatkan Keterampilan Membaca Pemahaman Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 1 (1): 171-178.
- Gay, L. R. 1990. *Educational Research: Competencies for Analysis and Application*. New York: Macmillan Publishing. 569 p.
- Gunawan & Ritonga, A. A. 2019. *Media Pembelajaran Berbasis Industri 4.0*. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 305 hlm.
- Haryono, H. E. 2019. *Kimia Dasar*. Yogyakarta: Deepublish. 142 hlm.

- Haury, D. L. 2002. *Fundamental Skills in Science: Observation. Columbus:ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education.*
- Herman, M., Rahmi, E., Hanifan, N., & Herman, H. 2022. Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* Berbasis Android Terintegritas Nilai Keislaman pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit untuk Tingkat SMA/MA. *Jurnal Ilmu Pendidikan.* 4 (3): 5025-5038.
- Hunaepi, Firdaus, L., Samsuri, T., Susantini, E., & Raharjo. 2020. Efektifitas Perangkat Pembelajaran Inkuiri Terintegritas Kearifan Lokal terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan.* 10 (3): 269-281.
- Kemdikbudristek. 2022. *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan nomor 008/H/Kr/2022 Tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.*
- Kemdikbud. 2022. *Kurikulum Merdeka Jadi Jawaban untuk Atasi Krisis Pembelajaran.* www.kemdikbud.go.id. Diakses pada 31 Juli 2022.
- King, S., & Boxall, N. J. 2019. Lithium Battery Recycling in Australia: Defining the Status and Identifying Opportunities for the Development of a New Industry. *Journal of Cleaner Production.* 215: 1279-1287.
- Kisno & Sianipar, O. L. 2019. Perbandingan Efektivitas Buku Digital *Versus* Buku Cetak dalam Meningkatkan Performan Belajar Mahasiswa. *Jurnal Ekonomi & Ekonomi Syariah.* 2 (1): 229-233.
- Linden, D., & Reddy, T. B. 2002. *Handbook of Batteries 3 Ed.* Amerika Serikat: The McGraw-Hills Companies, Inc. 50 p.
- Liew, C. W. 2004. The Effectiveness of Predict, Observe, Explain Technique in Diagnosing Students' Understanding of Science and Identifying Their Level of Achievement. *Thesis.* Australia: Curtin University.
- 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.
- Muna, I. A. 2017. Model Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses IPA. *Jurnal Studi Agama.* 5 (1): 73-91.
- Mulyasa, E. 2009. *Menjadi Guru Profesional.* Bandung: Remaja Rosdakarya. 232 hlm.

- Nengsih, S. 2021. Perbandingan Kedalaman Pengikisan Logam dalam Larutan Ferri Klorida. *Jurnal ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. 5 (1): 75-79.
- Padila, M. 1990. The Science Process Skills. Research Matters-to The Science Teacher. *ERIC: Education Resources Information Center*. 9004.
- Prasetyono, D. S. 2003. *Belajar Sistik Cepat Elektronika*. Yogyakarta: Absolut. 268 hlm.
- Ramli, M. 2012. *Media dan Teknologi Pembelajaran*. Banjarmasin: Antasari Press. 123 hlm.
- Ratumanan, T.G., & Laurens, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press. 207 hlm.
- Richey, R. T., & Klein, J.D. 2007. *Design and Development Research*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 14 p.
- Salam, A., Sutarto, & Wicaksono, D. D. 2013. *Ensiklopedia Kimia 3*. Jakarta: Lentera Abadi. 146 hlm.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito. 508 hlm.
- Sudijono, A. 1996. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 488 hlm.
- Sugiarti, Koto, I., & Hambali, D. 2021. Pengembangan Panduan Praktikum IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi PGMI Fakultas Tarbiyah dan Tadris IAIN Bengkulu. *Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Pendidikan Dasar*. 4 (2): 158-171.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta. 712 hlm.
- Sunarya, Y. 2012. *Kimia Dasar 2*. Bandung: Yrama Widya. 596 hlm.
- Susanti, D., Zaini, M., & Putra, A. P. 2022. The Natural Science Practical Guide Developed Based on Critical Thinking Skills: Implementation Test Result. *Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*. 4 (2): 119-125.
- Syafutra, M. A., Alfernando, O., Muis, L., & Haleza, N. 2022. Perancangan Generator HHO untuk Mengubah Air Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Elektroda Grafit dan Katalis NaOH dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri*. 3 (1): 9-15.
- Wahdani, F. R. R. & Burhanuddin, H. 2020. Pendidikan Keluarga Di Era Merdeka Belajar. *Jurnal Pendidikan dan Kajian Keislaman*, 2 (1): 1-10.

Widodo, M. H. S. 2014. *Dasar dan Pengukuran Listrik*. Jakarta: Kemdikbud RI. 296 hlm.

Wiradi. 2006. *Analisis Sosial*. Bandung: Yayasan AKATIGA. 929 hlm.

White, R., & Gunstone, R. 1992. *Probing Understanding*. Hongkong: Graficraft Typosetters Ltd. 208 p.

Zahwa, F. A., & Syafi'i, I. 2022. Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Ekonomi*. 19 (1): 61-78.

Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., Pangestuti, A. A., Puspitasari, S. R., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., Kurniawati, Z. L., Rosyida, F., & Sholihah, M. 2015. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Kemdikbud. 310 hlm.