

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

Skripsi

**Oleh
INSANI TRIANA
2013022002**



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

ABSTRAK

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

Oleh

**INSANI TRIANA
2013022002**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sampel pada penelitian ini yaitu, peserta didik kelas XII MIPA 1 SMA Negeri 6 Bandar Lampung tahun ajaran 2023/2024. Desain Penelitian yang digunakan yaitu *One Group Pretest Posttest*. Teknik Pengumpulan data yang digunakan yaitu lembar tes soal berupa esai. Pembelajaran dengan menggunakan panduan praktikum digital mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, hal ini terlihat dari hasil uji hipotesis *Paired Sample T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 dan nilai rata-rata *N-gain* yang diperoleh yaitu 0,686 dengan kategori sedang. Sedangkan, *N-Gain* kemampuan berpikir kritis tertinggi yang diperoleh peserta didik ada pada indikator *inference* atau membuat kesimpulan. Hal ini berarti bahwa penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata kunci: *POE, Baterai Sekunder, Panduan Praktikum Digital*

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

Oleh

INSANI TRIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Judul Skripsi :

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

Nama Mahasiswa :

Insani Triana

Nomor Pokok Mahasiswa :

2013022002

Program Studi :

Pendidikan Fisika

Jurusan :

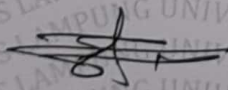
Pendidikan MIPA

Fakultas :

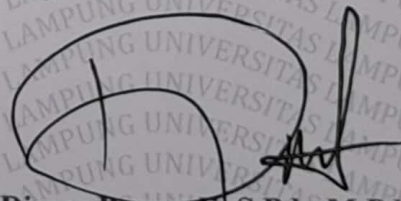
Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**

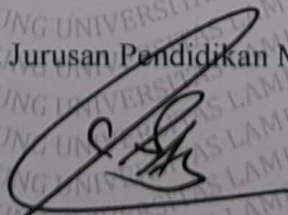


Drs. Eko Suyanto, M.Pd.
NIP 19640310 199112 1 001



Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.
NIP 19901216 201903 1 017

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

: **Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.**

Penguji Bukan
Pembimbing

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



Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

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

Tanggal lulus ujian skripsi: 13 Februari 2024

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Insani Triana
NPM : 2013022002
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Gunung Sugih, Kecamatan Balik Bukit, Liwa, Kabupaten
Lampung Barat

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

Bandar Lampung, 13 Februari 2024



Insani Triana

2013022002

RIWAYAT HIDUP

Peneliti bernama Insani Triana lahir di Way Semangka-Liwa pada tanggal 30 Juli 2001. Ia merupakan anak ketiga dari lima bersaudara dan merupakan putri dari Bapak Sapi'i dan Ibu Niswirawati.

Peneliti memulai pendidikan formalnya pada tahun 2007 sebagai siswi di TK Darma Wanita Kenali dan berhasil lulus pada tahun 2008. Selanjutnya, peneliti melanjutkan pendidikan di MIN 2 Lampung Barat dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2014. Proses pendidikan dilanjutkan di MTs Negeri 1 Lampung Barat, di mana peneliti lulus pada tahun 2017. Pada tahun yang sama, peneliti melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Liwa dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2020. Pada tahun tersebut, peneliti diterima sebagai mahasiswi Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, peneliti memiliki pengalaman berorganisasi yang mencakup menjadi bagian dari Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika), menjabat sebagai Staff 2 Sekretaris Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta) pada tahun 2021, dan menjadi Wakil Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta) pada tahun 2022. Peneliti juga memiliki pengalaman dalam kegiatan pengabdian masyarakat, seperti menjadi *volunteer* pada proyek sosial SABI Projek di Lampung Barat pada tahun 2020, *volunteer* di SMUA. Belajar pada tahun 2021, dan *volunteer* pengajar dalam program yang diadakan oleh Sosial dan Humaniora (Soshum) Himasakta FKIP Unila pada tahun 2021 secara online. Prestasi yang diraih oleh penulis selama masa pendidikan meliputi peraih medali perunggu dalam lomba olimpiade fisika mahasiswa tingkat nasional pada Kompetisi Sains Indonesia tahun 2021. Pada tahun 2022, peneliti meraih medali perak dalam olimpiade mahasiswa OASE Edukasi di bidang keagamaan.

MOTTO

“Dan berikanlah berita gembira kepad aorang-orang yang sabar, yaitu yang ketika ditimpa musibah mereka mengucapkan: sungguh kita semua ini milik Allah dan sungguh kepadaNya kita kembali.” (QS. Al-Baqarah ayat: 155-156)

"Angin tidak berhembus menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya."

(Ali bin Abi Thalib)

"Tidak ada perjuangan yang tidak melelahkan, seberat-beratnya ujian dalam berproses, tanamkan keyakinan pada jiwa bahwa kamu bisa dan semua ini pasti selesai. Bersabarlah, akan ada pelangi setelah hujan. Semoga lelahmu menjadi lillah."

(Insani Triana)

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya. Dengan anugerah-Nya, peneliti berhasil menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini dihadirkan sebagai bentuk bukti dan ungkapan kasih sayang yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua saya, bapak Safi'I dan ibu Niswirawati yang telah memberikan kasih sayang dan berjuang dengan penuh keikhlasan membesarkan dan menghantarkan diri ini untuk sampai di titik yang sekarang.
2. Kakak saya Septiana Warastina dan Annisa Zulistia, adik saya Nur Azmi Sanistia dan Muhammad Zikri Hadi, dan keponakan saya Asyifa Jihan Alesha dan Arshaka Zayn Keenandra.
3. Keluarga besar kedua orang tua.
4. Keluarga besar Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
5. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta) Universitas Lampung.
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWANCANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya peneliti dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Penggunaan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-Besaran Fisis Pada Baterai Sekunder Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Peneliti menyadari bahwa terdapat bantuan dari berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terimakasih 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 I, atas kesabaran beliau dalam memberikan bimbingan pada proses pembelajaran, arahan serta motivasi kepada peneliti selama menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing II, atas kesediaan dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, saran dan kritik kepada peneliti selama proses penyusunan skripsi.
7. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku Pembahas, atas kesabaran beliau dalam memberikan bimbingan pada proses pembelajaran, arahan serta

motivasi kepada peneliti selama menyelesaikan skripsi.

8. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
9. Keluarga Besar Himasakta FKIP Unila terima kasih atas pengalaman yang diberikan, khususnya Himasakta Kabinet Aksi Prima tahun 2022, Himasakta Kabinet Senyum Positif tahun 2021, dan Dewan Penasehat Himasakta kabinet Harana Mahitala tahun 2023.
10. Sahabat terhebat Pita Nadia, Alfia Rosa, Annisa Dira terima kasih telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan, bersedia mendengarkan keluh kesah penulis, dan selalu memberikan kekuatan agar tetap semangat menyelesaikan tugas akhir.
11. Sahabat penulis Bila, kak Aripah, dan kakak tingkat yang banyak membantu memberikan masukan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
12. Partner per-skripsian PADI Gita Putri Rahmawati, Putri Aska, Nida Nafilah, Annisa Dira; uti Cahya, teman seperjuangan FLUIDA 20, keluarga ALMAFIKA, keluarga PA PADI, keluarga KES Jaya terima kasih sudah kebersamai penulis sampai bisa menyelesaikan tugas akhir.
13. Keluarga besar KKN-PLP SMPN 4 Gunung Labuhan, Desa Curup Patah, Kabupaten Way Kanan atas dukungan yang diberikan kepada penulis.
14. Ibu Dra. Ida Royani, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 6 Bandar Lampung beserta jajaran yang telah memberikan izin bagi peneliti untuk melaksanakan penelitian.
15. Bapak Agus, S.Pd., selaku Guru Mitra SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang telah banyak membantu dan bekerjasama selama penelitian berlangsung.
16. Siswa/i kelas XII MIPA 1 SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran ketika penulis melakukan penelitian.
17. Mba Alya Rizki Mustopa terima kasih sudah memperbolehkan adopsi produk panduan praktikum untuk digunakan saat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
II. KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Kerangka Teoritis	7
2.1.1 Model POE.....	7
2.1.2 Kemampuan Berpikir Kritis.....	9
2.1.3 Panduan Praktikum Digital	13
2.1.4 Baterai Sekunder	15
2.1.5 Besaran-Besaran Fisis Pada Baterai.....	17
2.2 Penelitian yang Relevan	20
2.3 Kerangka Pemikiran	24
2.4 Anggapan Dasar.....	27
2.5 Hipotesis Penelitian	27
III. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.2 Populasi Penelitian.....	28
3.3 Sampel Penelitian	28

3.4 Variabel Penelitian.....	29
3.5 Desain Penelitian	29
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	30
3.7 Instrumen Penelitian	31
3.8 Analisis Instrumen Penelitian	31
3.8.1 Uji Validitas	31
3.8.2 Uji Reabilitas	32
3.9 Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.10 Teknik Analisis Data.....	33
3.10.1 Uji Normalitas.....	33
3.10.2 Uji Homogenitas	34
3.10.3 N-Gain.....	34
3.11 Pengujian Hipotesis.....	35
3.11.1 Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.1.1 Pelaksanaan Penelitian.....	36
4.1.2 Hasil Uji Validitas dan Reabilitas Soal.....	36
4.1.3 Data Kuantitatif Hasil Penelitian	38
4.1.4 Uji Normalitas.....	38
4.1.5 Uji Homogenitas	39
4.1.6 Perhitungan N-Gain	39
4.1.7 Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	40
4.2 Pembahasan	40
V. PENUTUP.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aktivitas Guru dan Peserta Didik Menggunakan Model Pembelajaran POE9
2. Indikator Berpikir Kritis	12
3. Penelitian yang Relevan.....	20
4. Kriteria Reliabilitas Instrumen	32
5. Penentuan Keputusan Homogenitas.....	34
6. Kriteria Interpretasi N-Gain	34
7. Hasil Uji Validitas Soal Kemampuan Berpikir Kritis.....	37
8. Uji Reabilitas Soal Kemampuan Berpikir Kritis.....	37
9. Data Kuantitatif Hasil Penelitian.....	38
10. Hasil Uji Normalitas Data	38
11. Hasil Uji Homogenitas	39
12. Perhitungan N-Gain <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Peserta Didik	39
13. Hasil Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tegangan jepit	18
2. Energi dan Daya Listrik	19
3. Kerangka Pemikiran	26
4. <i>One Group Pretest-Posttest Design</i>	29
5. N-Gain Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	43

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Halaman
1. Silabus Fisika Listrik Arus Searah	58
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	62
3. Kisi-Kisi Instrumen Soal Berpikir Kritis	75
4. Soal Tes Kemampuan Berpikir Kritis	87
5. Panduan Praktikum	90
6. Rubrik Penilaian	121
7. Hasil Uji Validitas Soal	130
8. Hasil Uji Reliabilitas Soal	133
9. Hasil Nilai <i>Pretest</i> Peserta Didik	134
10. Hasil Nilai <i>Posttest</i> Peserta Didik	135
11. N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis	136
12. N-Gain <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Peserta Didik	137
13. Hasil Uji Normalitas	139
14. Hasil Uji Homogenitas	140
15. Hasil Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	141
16. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	142
17. Surat Balasan Izin Penelitian	143

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan pada abad 21 menuntut berbagai kemampuan yang harus dikuasai peserta didik. Kemampuan-kemampuan penting di abad ke-21 menggunakan istilah yang dikenal sebagai 6C. Miller dan Fullan menyebutkan *soft skills* abad ke-21 yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi/kerja sama (*collaboration*), komunikasi (*communication*), kreativitas (*creativity*), budaya (*culture*) dan konektivitas (*connectivity*) disebut 6C. Capaian pembelajaran harus sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad 21 salah satunya menuntut peserta didik agar dapat menguasai kemampuan berpikir kritis. Berpikir kritis membantu peserta didik dalam mengumpulkan informasi, menganalisis situasi, dan mempertimbangkan konsekuensi dari berbagai keputusan yang diambil. Kemampuan ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih bijak.

Sebagai salah satu cabang ilmu sains, fisika menekankan pada kebutuhan peserta didik untuk tidak hanya memahami konsep-konsep secara teoretis, tetapi juga untuk dapat menerapkan metode ilmiah guna menguji dan membuktikan konsep-konsep fisika tersebut. Peserta didik sering menghadapi kesulitan dalam menguasai konsep kelistrikan karena sifat materi yang kompleks dengan adanya konsep yang abstrak, hukum, dan juga persamaan (Hindriyani dkk., 2020). Kesalahan konsep merupakan kesalahan yang dilakukan peserta didik dalam menafsirkan konsep, istilah, dan prinsip atau salah dalam menggunakannya. Menurut Laili dkk. (2019) hal tersebut terjadi dikarenakan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada guru, sehingga peserta didik tidak dihadapkan langsung dengan permasalahan yang ada.

Selain itu, terbatasnya fasilitas pembelajaran di dalam kelas juga berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik (Azizah & Kusairi, 2022). Pada materi kelistrikan, kegiatan praktikum jarang dilakukan. Salah satu masalah yang ada di lingkungan saat ini yaitu adanya limbah baterai yang tidak dikelola dengan baik akan berpotensi merusak lingkungan (King & Boxall, 2019). Limbah baterai yang menumpuk yaitu limbah baterai primer atau baterai sekali pakai. Mendaur ulang batang karbon yang ada pada limbah baterai primer menjadi anoda pada baterai sekunder merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pembelajaran fisika harus melakukan kegiatan yang berbasis pada proses, salah satunya adalah kegiatan praktikum dengan memanfaatkan limbah baterai primer.

Alternatif pembelajaran yang dapat dilakukan yaitu dengan adanya kegiatan praktikum, kegiatan pembelajaran akan berpusat pada peserta didik dan guru berperan sebagai fasilitator. Kegiatan praktikum dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami konsep secara lebih komprehensif dan mendalam, untuk menerapkan konsep-konsep tersebut dalam mengatasi berbagai masalah yang berkaitan dengan kelistrikan. Melalui praktikum, peserta didik akan mendapatkan pengalaman yang lebih konkret dalam menghadapi permasalahan kelistrikan.

Pembelajaran fisika tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep secara teoritis, tetapi juga menekankan pentingnya meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta mengaitkan konsep-konsep tersebut dengan dunia nyata. Produk pendidikan digital seperti, panduan praktikum digital memiliki potensi untuk mengatasi kendala yang seringkali dihadapi oleh peserta didik dengan menyediakan konteks nyata dalam proses pembelajaran. Kesuksesan seseorang dalam kehidupannya seringkali tergantung pada kemampuan berpikir, terutama dalam menghadapi tantangan pemecahan masalah (Zubaidah dkk., 2017). Berpikir kritis dapat terlihat dalam partisipasi peserta didik dalam proses belajar-mengajar ketika mereka menerapkan

konsep-konsep tertentu. Oleh karena itu, peran kemampuan berpikir kritis sangat sangat penting dalam proses pembelajaran. Kemampuan berpikir kritis diperlukan peserta didik untuk menghadapi berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari, mengaitkan pengetahuan yang mereka miliki dengan konsep-konsep dalam fisika, dan membuat keputusan yang tepat.

Praktikum fisika menggunakan buku panduan praktikum tercetak atau *hard copy* dinilai kurang efektif, kurang efisien, dan membutuhkan banyak kertas dalam penggunaannya. Berdasarkan penelitian Sudarman dan Saparuddin (2018) dihasilkan *e-book* untuk panduan praktikum Fisika Dasar II berbasis *flipbook* yang sangat layak digunakan karena memberi kemudahan dan mahasiswa lebih tertarik dalam penggunaannya. Selain itu, penggunaan buku elektronik dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa (Suyatna *et al.*, 2018). Menurut Sawitri (2008), tujuan penyusunan petunjuk praktikum harus memuat beberapa hal diantaranya untuk mengaktifkan mahasiswa agar tidak hanya mendapat pengetahuan berupa teori melainkan mengelola sendiri perolehan pengetahuan dan kemampuan belajar serta membantu mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan proses melalui kegiatan dalam petunjuk praktikum. Petunjuk praktikum yang telah dikembangkan memuat kegiatan yang didalamnya memudahkan mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktikum dan berisi petunjuk pelaksanaan kegiatan praktikum secara sistematis yang dilengkapi dengan video.

Dalam pelaksanaan praktikum, salah satu model pembelajaran yang digunakan yaitu POE (*Predict, Observe, Explanation*). Model POE dikembangkan oleh White and Gunstone (1992). Model ini melibatkan langkah-langkah seperti *predict* (meramalkan), *observe* (mengamati), dan *explain* (menjelaskan) fenomena tertentu. Dalam penelitian ini, model POE akan digunakan untuk mengukur pengaruh penggunaan panduan praktikum digital dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam menganalisis besaran-besaran fisika pada baterai sekunder. Dengan meramalkan konsep sebelum eksperimen, mengamati hasil eksperimen, dan

menjelaskan perubahan konsep setelah penggunaan panduan praktikum digital, kita dapat mengidentifikasi dampak nyata dari produk pendidikan digital tersebut.

Produk panduan praktikum digital oleh Mustofa (2023) telah melewati beberapa langkah dengan model pengembangan *Design and Development Research* (DDR) oleh Richey and Klein (2007) antara lain yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Pada tahap *analysis* diketahui bahwa belum tersedianya panduan praktikum pembuatan baterai sekunder untuk kegiatan praktikum yang memanfaatkan karbon pada limbah baterai primer. Pada tahap *design*, peneliti membuat *storyboard* produk berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis oleh Facione (2015). Pada tahap *development*, pengembangan produk disesuaikan dengan rancangan desain yang telah dibuat untuk kemudian divalidasi oleh para ahli dan setelah valid maka dilakukan uji kepraktisan produk. Dalam hal ini, uji kepraktisan dilakukan oleh guru dan peserta didik yang terlibat dalam proses pembelajaran. Tahap terakhir yaitu *evaluation*, hal yang dilakukan yaitu merevisi dan menyempurnakan produk yang disesuaikan dengan saran dan masukan dari para ahli.

Dalam mengembangkan suatu produk diperlukan validitas media pembelajaran. Validitas media pembelajaran dapat diukur berdasarkan tiga indikator utama, yaitu kualitas isi, kualitas instruksional, dan kualitas teknis (Gunawan & Ritonga, 2020). Media pembelajaran yang baik dilihat dari segi media, desain, dan materi. Sedangkan media pembelajaran yang praktis yaitu apabila memenuhi kriteria yang mudah digunakan, bermanfaat, dan dapat diterapkan oleh pengguna. Sehingga, produk yang dinyatakan sudah valid dan praktis baik digunakan sebagai bahan ajar. Saran peneliti terdahulu yaitu melakukan uji efektivitas untuk melihat pengaruh penggunaan panduan praktikum digital sehingga memenuhi kriteria produk berkualitas baik, yaitu produk yang valid, praktis, dan efektif.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk melihat pengaruh produk panduan praktikum yang diadopsi dari Mustofa, A.R. (2023) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-Besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik”. Kegiatan praktikum disertai panduannya ini diharapkan dapat menambah pemahaman peserta didik tentang konsep materi kelistrikan dan memahami manfaat limbah baterai dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi guru

Alat praktikum beserta panduannya dapat digunakan untuk proses pembelajaran fisika secara berkelanjutan.

2. Bagi peserta didik

Peserta didik dapat melakukan kegiatan praktikum pada materi

kelistrikan tentang pembuatan baterai sekunder sebagai sumber energi listrik dan melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3. Bagi Peneliti

Peneliti dapat menggunakan panduan praktikum untuk kegiatan pembelajaran selanjutnya. Peneliti juga dapat melihat pengaruh penggunaan panduan praktikum digital untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam suatu proses pembelajaran.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut.

1. Model pembelajaran yang digunakan yaitu POE (*Predict, Observe, Explain*) oleh White and Gunstone (1992).
2. Panduan praktikum yang digunakan diadopsi dari Alya Rizki Mustopa (Mustopa, 2023).
3. Indikator kemampuan berpikir kritis yang akan diukur dalam penelitian ini diadaptasi dari Facione (2015) dibatasi dengan menggunakan lima indikator yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, dan explanation*.
4. Kurikulum yang digunakan dalam pembelajaran yaitu K-13 edisi Revisi.
5. Besaran-besaran fisis yang dianalisis berupa tegangan terbuka, tegangan jepit, hambatan dalam, kuat arus, dan daya baterai.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 Model POE

Penggunaan metode pembelajaran yang kurang tepat dapat mengakibatkan peserta didik kurang aktif, kreatif, dan inovatif. Hal ini menjadi perhatian utama dalam konteks pembelajaran fisika, yang membutuhkan pendekatan praktikum yang sesuai. 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. Menurut Muna (2017) model pembelajaran POE telah dikembangkan dengan tujuan untuk mengidentifikasi kemampuan memprediksi peserta didik beserta alasan yang mendasari prediksi mereka mengenai gejala suatu fenomena dan mengungkap kemampuan peserta didik dalam melakukan prediksi. POE diakui sebagai model yang efektif dalam memperoleh dan meningkatkan pemahaman konsep sains peserta didik, menunjukkan bahwa kegiatan POE dapat dimanfaatkan oleh guru dalam merancang kegiatan belajar yang dimulai dari perspektif peserta didik.

Menurut Fitrianiingsih dkk. (2021) model POE merupakan suatu model yang bersumber dari teori konstruktivisme, sebuah kerangka konseptual dalam pendidikan yang menekankan pada pengembangan logika dan konsep peserta didik. Secara keseluruhan, POE merupakan model pembelajaran yang berfokus pada kemampuan peserta didik dengan mencari bekal awal, memprediksi, mengobservasi, dan menkonstruksi terhadap suatu fenomena. Model pembelajaran POE yaitu kegiatan peserta didik memprediksi suatu peristiwa (*predict*), melakukan percobaan untuk membuktikan prediksi

(*observe*), dan mendiskusikan alasan dari prediksi yang dibuat serta hasil percobaan yang dilakukan (*explain*).

Tahap *predict* (memprediksi) dalam model pembelajaran POE (*Predict-Observe-Explain*) merupakan langkah awal dalam proses pembelajaran. Tahap pertama peserta didik diminta untuk membuat prediksi atau hipotesis tentang suatu fenomena atau peristiwa yang akan mereka amati atau eksplorasi selama pembelajaran. Prediksi ini harus didasarkan pada pengetahuan atau pemahaman awal yang dimiliki peserta didik sebelum mereka melakukan pengamatan atau eksperimen. Pentingnya tahap *predict* adalah merangsang peserta didik untuk aktif berpikir dan menerapkan pengetahuan awal dengan mengembangkan dugaan tentang apa yang mungkin terjadi dalam situasi tertentu. Hal ini mendorong peserta didik untuk mempertimbangkan faktor-faktor yang relevan, dan merumuskan hipotesis yang dapat diuji selama tahap *observe* (mengamati). Kegiatan pada tahap memprediksi ini, guru memberikan suatu peristiwa atau permasalahan mengenai materi yang akan dibahas. Kemudian, peserta didik dipersilahkan untuk mengemukakan pendapat mengenai peristiwa tersebut berdasarkan pengetahuan atau pengalamannya. Selanjutnya, pendapat yang disertai alasan dari dugaan peserta didik tersebut akhirnya menjadi hipotesis untuk kegiatan pembelajaran selanjutnya.

Tahap kedua yaitu *observe* (observasi), peserta didik melakukan observasi dengan melakukan percobaan untuk membuktikan dugaan sementara dan mencatat hasil pengamatan. Sedangkan guru berperan sebagai fasilitator. Observasi merupakan kemampuan ilmiah yang mendasar. Tahap ini peserta didik diajak untuk melakukan percobaan atau eksperimen, tujuannya yaitu untuk menguji kebenaran prediksi yang mereka sampaikan. Peserta didik mengamati apa yang terjadi, yang terpenting dalam langkah ini adalah konfirmasi atas prediksi mereka.

Tahap ketiga yaitu *explain* (menjelaskan), peserta didik melakukan diskusi

sesama teman sebaya untuk mendiskusikan hasil pengamatan dan menarik kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan. Eksplanasi merupakan pemberian penjelasan terutama tentang kesesuaian antara dugaan dengan hasil eksperimen pada tahap observasi. Apabila hasil prediksi tersebut sesuai dengan hasil observasi dan setelah peserta didik memperoleh penjelasan tentang kebenaran prediksinya, maka peserta didik semakin yakin akan konsepnya. Akan tetapi, jika dugaannya tidak tepat maka peserta didik dapat mencari penjelasan tentang ketidaktepatan prediksinya. Peserta didik yang mengalami perubahan konsep dari konsep yang tidak benar menjadi benar dapat belajar dari kesalahan, dan biasanya belajar dari kesalahan tidak akan mudah dilupakan.

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

Indikator	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
<i>Predict</i>	Memberikan materi dasar dan permasalahan yang disajikan dalam bentuk video.	Peserta didik memahami materi dasar untuk memprediksi suatu fenomena dan membuat hipotesis.
<i>Observe</i>	Sebagai fasilitator dan mediator dalam pelaksanaan praktikum.	Peserta didik melakukan percobaan, serta melakukan analisis terhadap data hasil percobaan.
<i>Explain</i>	Menfasilitasi jalannya diskusi dan memberikan penjelasan tentang kebenaran hipotesis yang telah disusun peserta didik.	Peserta didik menjelaskan hasil percobaan, melakukan diskusi dengan teman sebaya, dan memperoleh simpulan tentang kebenaran hipotesis yang telah dibuat.

2.1.2 Kemampuan Berpikir Kritis

Pembelajaran abad 21 menggunakan istilah yang dikenal sebagai 6C. Kemampuan 6C merupakan sejumlah kemampuan kunci yang dianggap penting dalam pendidikan dan pembelajaran di abad ke-21. Miller dan Fullan menyebutkan *soft skills* abad ke-21 yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi/kerja sama (*collaboration*), komunikasi (*communication*), kreativitas (*creativity*), budaya (*culture*) dan konektivitas (*connectivity*) disebut 6C.

Pencapaian dalam proses pembelajaran harus sesuai dengan persyaratan pembelajaran era abad 21, yang antara lain menekankan perlunya peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis. Berpikir kritis merujuk pada suatu kegiatan atau kemampuan dalam menyaring, menganalisis, dan mengkritik setiap informasi yang telah diterima, kemudian informasi tersebut disesuaikan dengan kemampuannya (Miller & Fullan, 2015). Berpikir kritis membantu peserta didik dalam mengumpulkan informasi, menganalisis situasi, dan mempertimbangkan konsekuensi dari berbagai keputusan yang di ambil. Kemampuan ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih bijak.

Menurut Tohir dkk. (2021) berpikir kritis adalah keterampilan kognitif yang tertanam dalam diri seseorang secara logis dan efektif untuk mengumpulkan informasi, dianalisis dan dievaluasi untuk mendapatkan keputusan tertentu yang valid. Berpikir kritis diperlukan untuk memeriksa keakuratan suatu informasi sehingga dapat memutuskan informasi tersebut layak untuk ditolak atau diterima. Secara sederhana, Facione (2015) mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses berpikir yang memiliki tujuan tertentu, seperti membuktikan suatu hal, menafsirkan makna dari informasi, dan mengatasi masalah. Peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang tinggi cenderung memiliki kemampuan dalam pemecahan masalah yang lebih unggul jika dibandingkan dengan peserta didik yang berpikir kritis dengan tingkat kemampuan yang lebih rendah. Kesimpulan dari penjelasan tersebut adalah bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan suatu bentuk kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan menganalisis, menafsirkan, dan memecahkan permasalahan, sehingga sangat perlu untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini dikemukakan oleh Facione (2015) yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation,* dan *explanation*. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut.

1. *Interpretation* (penafsiran) adalah memahami dan mengungkapkan arti atau makna berbagai macam situasi atau peristiwa lainnya dalam pembelajaran. Interpretasi meliputi kegiatan menguraikan makna dan memperjelas makna suatu peristiwa. Untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tahap ini peserta didik diminta untuk memprediksi suatu fenomena yang ada.
2. *Analysis* digunakan untuk memecah masalah atau informasi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, mengidentifikasi elemen-elemen kunci, dan mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara elemen-elemen tersebut. Kemampuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap suatu masalah, mengenali pola-pola, dan melakukan analisis yang mendalam terhadap data atau informasi untuk mengidentifikasi solusi atau kesimpulan.
3. *Inference* merupakan kemampuan untuk mengambil kesimpulan atau membuat asumsi yang masuk akal berdasarkan bukti atau informasi yang ada, untuk membentuk dugaan dan hipotesis, untuk mempertimbangkan informasi yang relevan dan mengeneralisasi dari informasi yang ada.
4. *Evaluation* digunakan untuk menilai kualitas suatu pernyataan atau representasi lain yang melibatkan penilaian terhadap kelebihan dan kekurangan suatu konsep atau tindakan.
5. *Explanation* digunakan untuk menyatakan dan membenarkan penalaran itu dalam kaitannya dengan pertimbangan bukti, kemampuan untuk menyampaikan informasi atau argumen secara jelas, merinci alasan dan bukti yang mendukungnya, dan menjelaskan konsep atau proses dengan cara yang dapat dimengerti orang lain.
6. *Self-Regulation* (regulasi diri) digunakan untuk memantau aktivitas kognitif seseorang, unsur-unsur yang digunakan dalam aktivitas tersebut, dan hasil yang dipelajari, terutama dengan menerapkan keterampilan dalam analisis, dan evaluasi terhadap penilaian inferensial seseorang dengan pandangan ke arah mempertanyakan, atau mengkonfirmasi, memvalidasi, mengoreksi penalaran hasil seseorang.

Pada penelitian ini indikator keterampilan berpikir kritis oleh Facione yang peneliti gunakan yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, dan explanation*. Pembatasan indikator ini merujuk pada hasil penelitian Munawarah dkk. (2020) bahwa kriteria berpikir kritis oleh Facione dibedakan menjadi beberapa tingkatan, yaitu tingkat 4 (sangat kritis) menggunakan enam indikator; tingkat 3 (kritis) menggunakan lima indikator; tingkat 2 (cukup kritis) menggunakan empat indikator; tingkat 1 (kurang kritis) menggunakan tiga indikator; dan tingkat 0 (tidak kritis) menggunakan 1-2 indikator. Didukung hasil penelitian dalam artikel lain bahwa penelitian pada Sekolah tingkat Menengah atau Kejuruan lebih cocok menggunakan lima indikator saja dibatasi pada indikator *self-regulation* karena waktu yang dibutuhkan untuk penggunaan indikator lebih lama. Dalam penelitian lain indikator yang digunakan adalah hasil modifikasi dari Facione dan Angelo dengan menggunakan lima indikator (Seventika *et al.*, 2018; Alfiyanti dkk. 2020).

Pada tahap *interpretation*, peserta didik diminta untuk memahami materi dasar dan video yang disajikan. Pada tahap *interpretation, analysis* dan *inference*, peserta didik diminta membuat hipotesis berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya. Pada tahap *interpretation, analysis, dan evaluation*, peserta didik diminta untuk melakukan percobaan dan menganalisis data hasil percobaan. Tahap selanjutnya yaitu *analysis, inference, evaluation dan explanation*, peserta didik diminta untuk menjelaskan hasil percobaan dan membuat kesimpulan berdasarkan percobaan yang telah dilakukan.

Tabel 2. Indikator Berpikir Kritis.

Indikator	Keterangan
<i>Interpretation.</i>	Memahami materi dasar untuk memprediksi suatu fenomena.
<i>Interpretation, Analysis, Inference.</i>	Membuat prediksi suatu fenomena berdasarkan pengetahuan yang didapat.
<i>Interpretation, Analysis, Evaluation.</i>	Melakukan percobaan dan menganalisis data hasil percobaan.
<i>Analysis, Inference, Evaluation, Explanation.</i>	Menjelaskan hasil percobaan dan membuat kesimpulan.

2.1.3 Panduan Praktikum Digital

Penggunaan media pembelajaran sangat diperlukan dalam menunjang kegiatan pembelajaran. Media pembelajaran adalah sarana atau perantara untuk menyampaikan pesan atau informasi berupa materi pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan minat belajar individu dan mencapai tujuan pembelajaran (Zahwa & Syafi'i, 2022). Media pembelajaran digunakan sebagai pendamping bahan ajar. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan, informasi, alat dan teks yang digunakan dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan yang tidak tertulis (Sudarman & Saparuddin, 2018). Pemanfaatan media pembelajaran yang menarik dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik dapat meningkatkan motivasi, konsentrasi, dan pemahaman peserta didik saat pembelajaran berlangsung. Media pembelajaran dapat dibedakan menjadi tiga unsur pokok yaitu suara, visual, dan gerak (Ghofur dkk., 2020). 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 umumnya berisikan informasi mengenai aturan tata tertib di dalam laboratorium, materi yang memadai, judul topik praktikum, prosedur pelaksanaan praktikum, dan elemen-elemen lainnya (Agustina dkk., 2022). Penggunaan panduan praktikum dalam bentuk *hard file* kurang efektif dan efisien karena terdapat pemborosan dalam penggunaan kertas dan mudah didapatkan dalam waktu cepat, maka dari itu untuk mempermudah pelaksanaan praktikum disajikannya panduan praktikum dalam bentuk digital (Dari dkk., 2021).

Penggunaan panduan praktikum digital merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan semangat belajar peserta didik. Dengan

adanya media belajar lain secara digital, peserta didik tidak hanya bergantung pada satu media belajar yang disediakan guru. Namun, peserta didik dapat mengakses dan mempelajari media belajar tersebut secara lebih efisien. Sehingga, peserta didik tidak hanya fokus mendengarkan penjelasan guru, tetapi dituntut aktif dalam pelaksanaannya dan guru berperan sebagai fasilitator. Selain itu, dengan adanya media belajar digital dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi dan belajar secara mandiri untuk mempersiapkan diri pada pertemuan selanjutnya. Penggunaan panduan praktikum digital lebih efisien karena dapat mempermudah dan mempersempit ruang dan waktu dalam pembelajaran, meminimalisir penggunaan kertas, serta menjadi sarana yang menarik ketika minat belajar peserta didik berkurang (Suryaningsih & Nurlita (2021); Lestari dan Muchlis (2021); Samiha dkk. (2020)).

Media pembelajaran digital ini menjadi salah satu media yang cukup menarik perhatian peserta didik sebab media digital tidak membuat mereka menjadi bosan, bahkan dengan media ini suasana pembelajaran pun menjadi menyenangkan (Wityastuti dkk., 2022). Sistem pembelajaran yang memanfaatkan media digital mengharuskan peserta didik untuk memiliki *smartphone* yang memadai dan juga cakap dalam mengaplikasikannya (Ahmadi & Ibda, 2021). Penggunaan teknologi digital jika tidak dibarengi dengan komitmen dan alur yang benar serta tidak didampingi dengan bijak dapat memberikan kebebasan yang tidak terbatas kepada peserta didik dan dapat menimbulkan efek- efek negatif diluar konten pembelajaran (Muhasim, 2017). Sehingga dalam hal pelaksanaan pembelajaran digital mengharuskan guru untuk sangat mamahami dan menguasai teknologi serta memberikan arahan dan komitmen yang positif kepada peserta didik untuk mencegah hal yang tidak diinginkan dari penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran. Maka peranan guru dalam pembelajaran tetap ada dan sangat penting sekali (Amarullah dkk., 2019).

Panduan praktikum digital yang dikembangkan memuat empat aktivitas.

Setiap aktivitasnya melatih indikator kemampuan berpikir kritis. Aktivitas pertama yaitu Bekal Awal, indikator *interpretation* dilatihkan dengan membaca dan memahami materi dasar. Aktivitas kedua yaitu Coba Pikirkan, dimana indikator *interpretation, analysis dan inference* dilatihkan dengan memberikan suatu hipotesis. Aktivitas ketiga Ayo Ciptakan, dimana indikator *interpretation, analysis, dan evaluation* dilatihkan dengan menganalisis data hasil percobaan. Aktivitas keempat Kesimpulan dan Evaluasi Diri, melatih indikator *explanation, analysis, inference, dan evaluation*, dimana peserta didik memberikan penjelasan dan kesimpulan, mengevaluasi kegiatan praktikum yang dilalui, dan mengevaluasi diri. Panduan praktikum digital yang melatih kemampuan berpikir kritis selaras dengan tahapan model pembelajaran POE. Tahap *predict* ada pada aktivitas 1 dan 2 yaitu prediksi dalam membuat hipotesis, tahap *observe* ada pada aktivitas 3 dalam melakukan kegiatan praktikum, serta tahap *explain* yang ada pada aktivitas 4 dimana peserta didik menjelaskan dan membuat simpulan berdasarkan hasil percobaan.

2.1.4 Baterai Sekunder

Baterai dapat didefinisikan sebagai suatu konfigurasi elektrokimia yang terdiri dari satu atau lebih sel yang saling terhubung secara elektrik dalam susunan seri atau paralel yang sesuai. Baterai ini didesain untuk memberikan tegangan operasi dan arus yang diperlukan dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda, disesuaikan dengan kebutuhan besar tegangan dan kuat arus. Baterai berperan sebagai sumber arus listrik yang esensial untuk menggerakkan berbagai perangkat elektronik, seperti *remote TV, remote AC, telepon seluler, laptop, jam tangan, jam dinding, kalkulator, senter, kipas angin portable*, serta berbagai jenis perangkat elektronik lainnya.

Baterai dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori berdasarkan penggunaannya, yakni baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer

merupakan jenis baterai sekali pakai yang tidak dapat diisi ulang karena anode dan katode dalam baterai ini habis secara kimia selama proses menghasilkan arus listrik. Contoh dari jenis baterai primer meliputi baterai kering seng karbon, alkaline, merkuri, perak oksida, dan Li/SOCl₂ seperti yang dinyatakan dalam penelitian Salam dkk. (2013). Di sisi lain, baterai sekunder adalah jenis baterai yang memungkinkan untuk diisi ulang. Reaksi kimia terjadi antara anode dan katode dalam baterai sekunder, dan proses pengisian ulangnya melibatkan konsep kimia elektrolisis untuk mengembalikan anode dan katode ke kondisi awal. Contoh dari jenis baterai sekunder meliputi baterai Pb (*accu*), baterai Ni-Cd, NiMH, dan baterai ion litium (Salam dkk., 2013).

Baterai sekunder yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tegangan $\pm 1,3$ volt. Baterai sekunder ini terdiri dari bahan-bahan yang mudah ditemukan, dengan komponen utamanya terdiri dari karbon bekas yang berasal dari limbah baterai primer sebagai katode, aluminium bekas sebagai anode, NaCl, FeCl₃, agar-agar, dan kapas. Komponen pertama adalah batang karbon, yang dapat ditemukan pada baterai primer sekali pakai dan isi pensil, yang terbuat dari grafit. Pembuatan baterai sekunder memerlukan karbon berbahan dasar grafit, dengan opsi menggunakan batang karbon yang ada di baterai primer bekas. Komponen kedua adalah aluminium, yang sering digunakan dalam berbagai indikator kehidupan sehari-hari seperti industri, peralatan rumah tangga, aluminium foil untuk pembungkus makanan atau minuman, dan lainnya. Aluminium yang digunakan dalam pembuatan baterai sekunder ini berasal dari bekas talang air.

Komponen ketiga adalah larutan NaCl (natrium klorida), yang merupakan salah satu larutan elektrolit kuat yang dapat menghantarkan arus listrik dengan efisien (Herman dkk., 2022). NaCl juga mampu terionisasi secara sempurna, yang memungkinkannya untuk menghasilkan aliran listrik yang memadai. Jenis garam yang digunakan dalam pembuatan baterai sekunder ini termasuk garam krosok dan garam ikan.

Komponen selanjutnya adalah FeCl_3 (ferri klorida), yang merupakan senyawa kimia yang terbentuk dari beberapa unsur kimia yang digabungkan. FeCl_3 dapat mengikis bahan padat yang mengandung besi murni seperti aluminium, tembaga, timah, dan besi (Nengsih, 2021). Ketika FeCl_3 dilarutkan dalam air, ia menjadi larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik.

2.1.5 Besaran-Besaran Fisis Pada Baterai

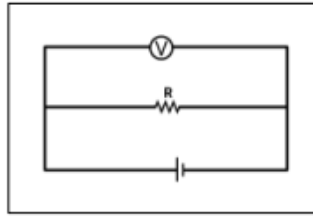
1. Tegangan Terbuka

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). 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 ϵ . GGL atau tegangan terbuka dapat diketahui ketika sumber potensial dirangkai dengan voltmeter.

2. Tegangan Jepit

Tegangan jepit menurut Zubaidah dkk. (2017:265) 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 atau paralel bersama beban dengan kondisi

saklar tertutup.



Gambar 1. Tegangan Jepit.

Besar tegangan jepit berdasarkan hukum Ohm yaitu:

$$\varepsilon = I (R + r)$$

$$I \times R = \varepsilon - (i \times r) \quad \dots(1)$$

$$V = \varepsilon - (i \times r)$$

Keterangan:

r = Hambatan dalam (Ω)

R = Hambatan luar (Ω)

ε = GGL baterai (volt)

V = Tegangan jepit (volt)

I = Kuat arus (ampere)

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 atau parallel bersama beban,

maka kuat arus yang mengalir dipengaruhi oleh hambatan dalam dan hambatan pada beban. Hambatan dalam biasa disimbolkan dengan r .

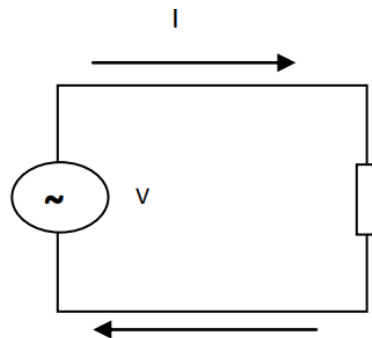
Besarnya nilai hambatan dalam dipengaruhi oleh renggangnya hubungan antara komponen yang ada di dalam baterai. Mencari hambatan dalam dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan dengan syarat nilai tegangan terbuka, tegangan tertutup, dan kuat arus pada baterai telah diketahui.

4. Kuat Arus

Arus listrik adalah muatan listrik yang bergerak di dalam sambungan atau dalam komponen. Arus listrik muncul jika terdapat rangkaian listrik seri atau 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).

5. Daya

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



Gambar 2. Energi dan Daya Listrik.

Untuk mencari nilai daya listrik, gunakan rumus energi listrik (W). Rumus mencari nilai energi listrik adalah:

$$W = V \times I \times t \quad \dots(2)$$

Keterangan:

W = energi (J)

I = kuat arus (A)

V = tegangan (V)

t = waktu (s)

Daya listrik merupakan energi listrik per satuan detik, sehingga dari persamaan diatas didapatkan:

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{(V \times I \times t)}{t}$$

$$P = V \times I \quad \dots(3)$$

Keterangan:

P = daya (W)

I = kuat arus (A)

V = tegangan (V)

2.2 Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian ini peneliti mengambil referensi dari penelitian yang telah dilakukan oleh:

Tabel 3. Penelitian yang Relevan.

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil Penelitian
1.	Susanti, D., dkk. (2022)	<i>The Natural Science Practical Guide Developed Based On Critical Thinking Skills: Implementation Test Results.</i>	Panduan praktikum IPA yang dikembangkan efektif dengan hasil kategorisasi N-Gain kemampuan berpikir kritis siswa tinggi untuk tiga indikator, dan sedang untuk dua indikator.
2.	Sudarman &	Pengembangan Ebook	E-book panduan praktikum ini dinilai oleh

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil Penelitian
	Saparuddin. (2018)	Panduan Praktikum Sebagai Suplemen Pendukung Pembelajaran Blended Learning.	ahli materi, ahli media, dan praktisi dengan skor keseluruhan mencapai 87,78%, kategorinya termasuk dalam kategori sangat baik. Sedangkan, hasil uji pemakaian pada skala besar juga menunjukkan respon yang sangat baik sebesar 86,00%.
3.	Affandi, M.D., dkk. (2021)	Optimalisasi Panduan Praktikum Laboratorium Biomedis dan Laboratorium Epidemiologi Berbasis Sistem Informasi Silabkemas.	Panduan praktikum laboratorium berbasis web silabkemas sebanyak 85 % responden menyatakan tampilan sudah baik dan 95 % responden telah memanfaatkan layanan modul pembelajaran secara <i>online</i> berupa SOP dan panduan penggunaan peralatan laboratorium.
4.	Maenani, Lini. (2023)	Digitalisasi Pembelajaran Fisika Berbasis LKPD <i>fun interaktif</i> materi Listrik Arus Searah pada MAN 2 Banjarnegara.	Respon peserta didik terhadap pelaksanaan digitalisasi pembelajaran berbasis LKPD Interaktif Materi Listrik Arus Searah 73% peserta didik menyatakan baik, 21,45% peserta didik menyatakan kurang baik, dan 5,55% peserta didik menyatakan tidak baik.
5.	Suswati, Lis., dkk. (2021)	Efektivitas <i>Virtual Laboratorium</i> Berbantuan <i>Software Proteus</i> Pada Praktikum Fisika Rangkaian Listrik terhadap Kemampuan Proses Sains Siswa.	<ul style="list-style-type: none"> • Dari total 33 siswa yang menjadi subjek penelitian, data menunjukkan bahwa 67% atau 22 siswa mengalami peningkatan nilai N-gain dengan kategori tinggi, sedangkan 33% atau 11 siswa mendapatkan peningkatan nilai dengan kategori sedang. • Hasil Uji Paired menunjukkan bahwa nilai t hitung sebesar 18,206 melebihi nilai t tabel sebesar 2,036. Dengan demikian, H_0 diterima karena t hitung > t tabel, yang menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratorium dengan bantuan <i>software Proteus 8</i> efektif sebagai alternatif dalam praktikum fisika rangkaian listrik.
6.	Fayakun, M., dkk. (2015)	Efektivitas Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Kontekstual (Ctl) dengan Metode <i>Predict, Observe, Explain</i> terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> • Dari hasil penelitian terlihat bahwa penerapan model pembelajaran kontekstual dengan metode POE memiliki dampak positif, meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa jika dibandingkan dengan metode konvensional. • Penelitian menunjukkan bahwa hasil uji t dengan nilai signifikansi pada skor <i>posttest</i> adalah 0,001. Selain itu, uji peningkatan dengan nilai N-gain pada kelas eksperimen berada pada kategori sedang, yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kategori kelas kontrol yang tergolong rendah.
7.	Darmaji, dkk.	Persepsi Mahasiswa	<ul style="list-style-type: none"> • Persepsi mahasiswa Pendidikan Kimia

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil Penelitian
	(2019)	Pendidikan Biologi dan Pendidikan Kimia Terhadap Penggunaan Buku Panduan Praktikum Fisika Dasar Berbasis <i>Mobile Learning</i> .	<p>terhadap implementasi panduan praktikum berbasis mobile learning menunjukkan penilaian yang cukup baik, mencapai persentase sebesar 50%.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa Pendidikan Biologi memberikan penilaian positif terhadap penggunaan panduan praktikum berbasis <i>mobile learning</i> dengan kriteria baik, mencapai persentase sebesar 58,62%. • Dari hasil wawancara, ditemukan bahwa 89% responden setuju dengan penggunaan smartphone untuk tujuan akademik. Alasan yang mendasari persetujuan ini adalah untuk mengakses informasi edukatif dengan kemudahan penggunaan. Seluruh responden, yaitu 100%, sepakat bahwa penggunaan smartphone dapat mendukung kegiatan belajar secara fleksibel, memberikan motivasi bagi mahasiswa selama kegiatan praktikum. • Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa Pendidikan Kimia dan Pendidikan Biologi memiliki persepsi positif terhadap penggunaan buku panduan praktikum Fisika Dasar berbasis <i>mobile learning</i>.
8.	Fitrianingsih, E. dkk. (2021)	Pengaruh Model Pembelajaran POE (<i>Predict-Observe-Explain</i>) terhadap kemampuan berpikir kritis di SMAN Rawajitu Selatan.	<ul style="list-style-type: none"> • Dalam penelitian ini, dilakukan uji <i>chi-square</i> untuk menguji hipotesis dengan menggunakan tabel kontingensi. Hasilnya menunjukkan bahwa model pembelajaran POE (<i>Predict-Observe-Explain</i>) memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik, dengan nilai $X_{hit} = 17,25$ dan $X_{tab} = 9,49$ pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Oleh karena itu, $X_{hit} \geq X_{tab}$. • Dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran POE (<i>Predict-Observe-Explain</i>) memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran materi zat adiktif kelas XI di SMA Negeri 1 Rawajitu Selatan. • Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil Penelitian
			<p>dengan kelas kontrol.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penurunan kemampuan berpikir kritis pada kelas kontrol mungkin disebabkan oleh kurangnya keterlibatan peserta didik dalam model konvensional, di mana peran peserta didik lebih bersifat pasif dalam menerima informasi yang disampaikan oleh pendidik.
10.	Amaliyah, M., & Nasruddin, H. (2019)	Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Strategi <i>Predict Observe Explain</i> (POE) pada Materi Kesetimbangan Kimia Kelas XI SMAN 11 Surabaya.	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil penelitian ini yaitu keterlaksanaan strategi POE mendapatkan persentase rata-rata keterlaksanaan 97,05% untuk pertemuan I, 98,44% pertemuan II, 98,82% saat pertemuan III, Artinya pada setiap pertemuan mendapat rata-rata persentase ≥ 61. • Selama penerapan strategi POE total persentase aktivitas relevan pada pertemuan I 95,56%, pertemuan II 97,41%, dan pertemuan III 98,15%. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap pertemuan dengan menggunakan strategi POE aktivitas yang relevan mendapat persentase lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas yang tidak relevan. • Kemampuan berpikir kritis tinggi setelah diterapkan strategi POE, dengan nilai <i>gains score</i> 6% rendah, 26% sedang dan 68% tinggi.

Berdasarkan kajian-kajian penelitian yang relevan diatas, ditemukan beberapa perbedaan hal yang akan diteliti oleh penulis antara lain yaitu terdapat perbedaan kategori N-Gain kemampuan berpikir kritis yang diperoleh peserta didik pada beberapa peneliti terdahulu. Selain itu, panduan praktikum digital umumnya banyak digunakan oleh mahasiswa di perguruan tinggi atau peserta didik di SMK, dan masih sedikit penelitian yang membahas topik besaran fisis pada baterai pada tingkat SMA. Faktor lain yang membedakan adalah lokasi penelitian, tahun penelitian, dan metode penelitian yang digunakan. Sehingga, yang penulis lakukan adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran fisis baterai pada peserta didik di SMA Negeri 6 Bandar Lampung untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

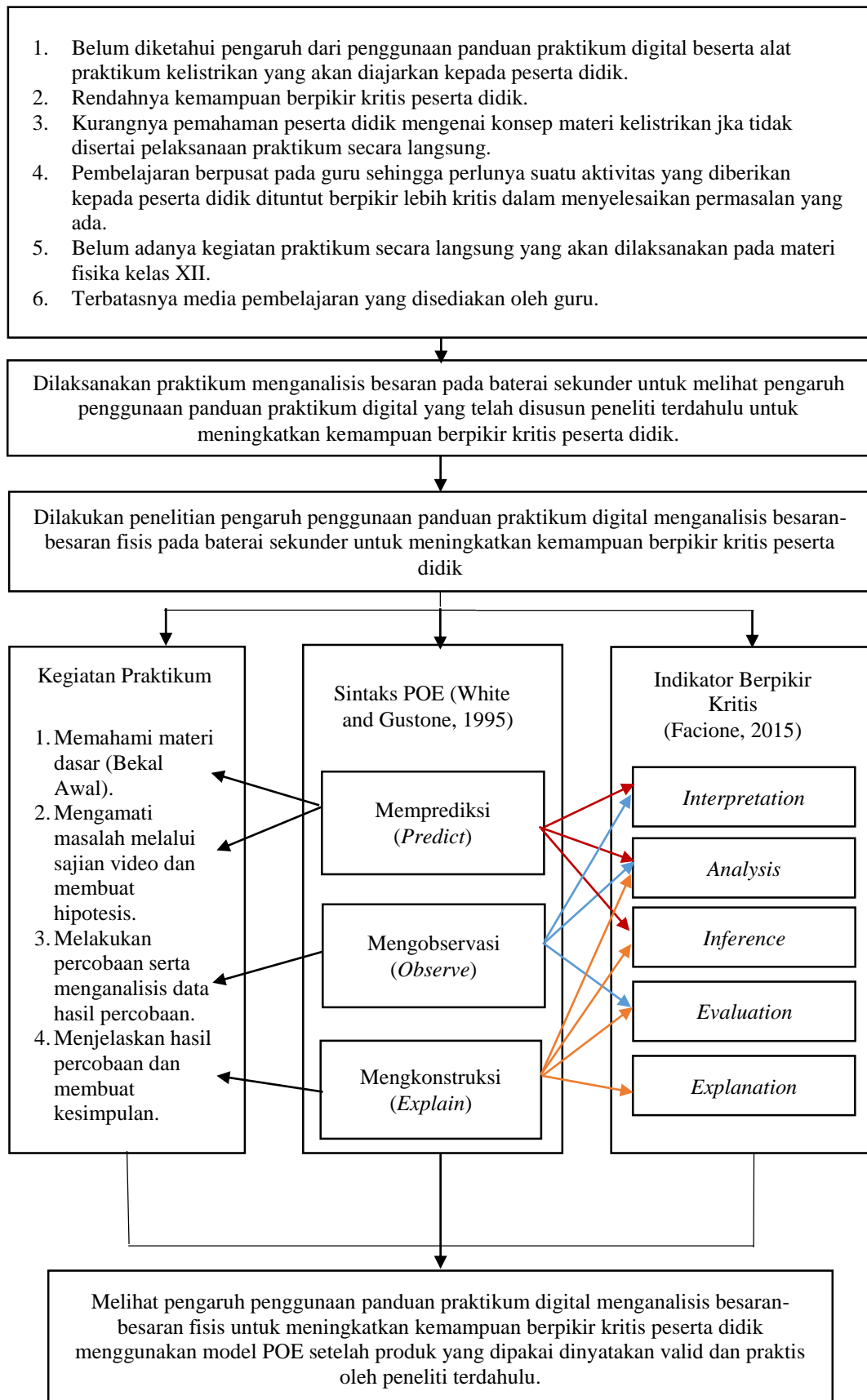
2.3 Kerangka Pemikiran

Produk yang akan dilakukan uji pengaruh merupakan produk pengembangan berupa panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder yang telah divalidasi dan di uji kepraktisan oleh peneliti terdahulu. Panduan praktikum tersebut belum diketahui keefektifannya untuk bahan pembelajaran peserta didik, maka peneliti melakukan uji untuk mengetahui pengaruh penggunaan panduan praktikum digital tentang pemanfaatan limbah baterai yang ada pada materi kelistrikan. Peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep kelistrikan, hal tersebut disebabkan karena karakteristik materi yang sulit dipahami dengan adanya konsep yang abstrak, hukum, dan juga persamaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu kegiatan praktikum yang membuat peserta didik bisa berpikir lebih kritis dengan menyelesaikan permasalahan yang ada pada kegiatan praktikum. Sehingga, kegiatan pembelajaran yang ada tidak lagi berpusat pada guru melainkan pada peserta didik. Guru hanya berperan sebagai fasilitator dalam pelaksanaan kegiatan praktikum.

Dengan adanya kegiatan praktikum tersebut, peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dalam mempelajari fisika yang dihadapkan langsung dengan kondisi alat praktikum yang lebih nyata. Sehingga, dirancang suatu proses pembelajaran menggunakan panduan praktikum digital dan alat praktikum dari limbah baterai dengan model pembelajaran POE oleh White and Gustone untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Indikator berpikir kritis oleh Facione yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 indikator yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation,* dan *explanation*.

Adapun kegiatan praktikum yang akan dilakukan peserta didik dalam panduan praktikum ini terdiri dari 4 aktivitas. Aktivitas pertama yaitu Bekal Awal yang melatih peserta didik untuk dapat memahami dan

menafsirkan hasil penafsiran pengamatan melalui materi dan video yang disajikan. 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 *interpretation*, *analysis*, dan *inference* dimana peserta didik menafsirkan pengamatan berupa masalah yang diberikan dan memberikan kesimpulan berupa hipotesis atau prediksi yang kemungkinan akan terjadi. Aktivitas pertama dan kedua merupakan tahapan pertama pada model pembelajaran POE, yaitu *prediction*. Aktivitas ketiga yaitu Ayo Ciptakan yang melatih kemampuan berpikir kritis pada indikator *interpretation*, *analysis*, dan *evaluation*. Peserta didik melakukan percobaan, menafsirkan data besaran fisis yang telah diukur dan menganalisis nilai tersebut. Adanya panduan praktikum pembuatan baterai sekunder yang membuat peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis berdasarkan pertanyaan yang diajukan, dan menjawabnya pada *google form*. Aktivitas ini merupakan tahapan pada model pembelajaran POE, yaitu *observe*. Tahap *observe* ketika peserta didik melakukan praktikum untuk membuktikan hipotesis dan menganalisis data hasil percobaan. Aktivitas terakhir yaitu Kesimpulan dan Evaluasi Diri yang melatih kemampuan berpikir kritis pada indikator *analysis*, *inference*, *explanation* dan *evaluation*. Peserta didik memberikan penjelasan hasil percobaan dan membuat kesimpulan berdasarkan hipotesis awal. Peserta didik juga melakukan evaluasi. Dilakukannya evaluasi dengan mencari kelebihan dan kekurangan baterainya 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*. Pada tahap ini peserta didik juga menjelaskan hubungan antara besaran fisis yang satu dengan yang lainnya.



Gambar 3. Kerangka Pemikiran.

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar pemikiran penelitian diperoleh dari telaah literatur dan konsep kerangka berpikir, yang dapat dirinci sebagai berikut.

1. Kelas eksperimen melaksanakan proses pembelajaran materi tentang kelistrikan.
2. Aspek-aspek di luar cakupan penelitian tidak dipertimbangkan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teoritis dan kerangka berpikir yang telah disajikan, hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

H₀: “tidak ada pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik”.

H₁: “terdapat pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik”.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 di SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang berlokasi di Jl. Ki Agus Anang No.35, Ketapang, Bandar Lampung, Lampung.

3.2 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini yaitu 131 peserta didik yang berasal dari empat kelas XII IPA SMA Negeri 6 Bandar Lampung pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024.

3.3 Sampel Penelitian

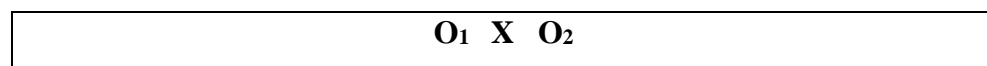
Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Penentuan sampel yang diambil berdasarkan kriteria tertentu untuk memperoleh data yang lebih tepat. Sampel dalam penelitian ini adalah satu kelas XII IPA. Pertimbangan yang digunakan dalam memilih sampel yaitu berdasarkan nilai ujian akhir semester seluruh peserta didik kelas XII dan fasilitas belajar peserta didik seperti *smartphone*. Sehingga, sampel dalam penelitian ini yaitu kelas XII IPA 1 yang berjumlah 33 peserta didik di SMA Negeri 6 Bandar Lampung.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu panduan praktikum digital dan analisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder, sedangkan variabel terikat penelitian ini yaitu kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3.5 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *one group pretest-posttest design*. Penelitian ini menggunakan satu kelas sebagai sampel dan dilaksanakan pembelajaran menggunakan model POE. Desain penelitian dilaksanakan dengan menggunakan *pretest* sebagai kemampuan awal peserta didik dan *posttest* digunakan untuk menilai kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkan perlakuan. Desain penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. *One Group Pretest-Posttest Design.*

Keterangan:

- O_1 = Nilai *pretest* (sebelum diberikan praktikum kelistrikan menggunakan model POE)
- O_2 = Nilai *posttest* (setelah diberikan praktikum kelistrikan menggunakan model POE)
- X = *Treatmen* yang diberikan (praktikum kelistrikan dengan model POE)

(Sugiyono, 2022:74)

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan terbagi dalam tiga tahapan, antara lain sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Hal-hal yang dilakukan pada tahap ini yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti mengurus surat izin penelitian kepada sekolah yang akan dituju yaitu SMA Negeri 6 Bandar Lampung.
- b. Peneliti melakukan observasi ke sekolah yang menjadi tujuan penelitian dan menentukan kelas yang akan dijadikan sampel penelitian.
- c. Peneliti melakukan kesepakatan kepada guru pengampu pembelajaran fisika terkait materi yang akan diajarkan dan ketentuan waktu penelitian.
- d. Peneliti melakukan kajian pustaka yang relevan terhadap penelitian yang akan dilakukan.
- e. Peneliti menyusun RPP dan instrumen yang dibutuhkan untuk penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Hal-hal yang dilakukan pada tahap ini yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti memberikan *pretest* kepada peserta didik kelas eksperimen untuk melihat kemampuan berpikir kritis awal peserta didik.
- b. Peneliti memberikan perlakuan dalam pembelajaran pada sub bab listrik searah materi besaran-besaran fisis menggunakan panduan praktikum digital selama 2 kali pertemuan.
- c. Peneliti memberikan *posttest* kepada peserta didik kelas eksperimen untuk melihat kemampuan berpikir kritis.

3. Tahap Akhir

Hal-hal yang dilakukan pada tahap akhir yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti mengolah data yang telah didapatkan setelah melakukan penelitian.
- b. Peneliti membuat kesimpulan dari data yang diperoleh dan menyusun laporan penelitian.

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dengan model pembelajaran POE digunakan peneliti pada pelaksanaan pembelajaran untuk dua pertemuan.
2. Alat praktikum untuk menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder.
3. Panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder.
4. Instrumen pengukuran kemampuan berpikir kritis peserta didik berupa lembar tes. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* yang berbentuk soal uraian untuk mengukur hasil belajar peserta didik.
5. Rubrik penilaian digunakan untuk melihat hasil dari kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3.8 Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian terlebih dahulu harus dilakukan uji kelayakan berupa uji validitas dan uji Reabilitas.

3.8.1 Uji Validitas

Pengujian validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan suatu instrumen sebelum diberikan kepada sampel penelitian. Suatu instrumen dikatakan valid jika mampu mengungkapkan data berdasarkan variabel dengan tepat. Cara untuk mengukur validitas instrument dapat menggunakan rumus *product moment correlation* yaitu:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2) (N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan :

r_{xy} = Koefisien korelasi yang menyatakan validitas.

$\sum X$ = Skor butir soal.

$\sum Y$ = Skor total.

N = Jumlah responden.

(Rusman, 2023:113)

Uji validitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25.0 dengan menggunakan metode *pearson correlation*. Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid. Namun jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid.

3.8.2 Uji Reabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk melihat reliabel atau tidaknya instrumen evaluasi yang digunakan, Reliabilitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana instrumen dapat dipercaya atau diandalkan dalam penelitian.

Pengujian reliabilitas instrument pada penelitian ini menggunakan rumus *Alpha* dengan bantuan program komputer *SPSS*. Kriteria reabilitas instrumen dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kriteria Reliabilitas Instrumen.

Nilai	Keterangan
0,80 < $r \leq 1,00$	Reabilitas sangat tinggi
0,60 < $r \leq 0,80$	Reabilitas tinggi
0,40 < $r \leq 0,60$	Reabilitas sedang
0,20 < $r \leq 0,40$	Reabilitas rendah
0,00 < $r \leq 0,20$	Reabilitas sangat rendah

(Rusman, 2023:118)

Berdasarkan tabel di atas menyatakan bahwa jika nilai *alpha* lebih besar dari r_{tabel} maka soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan sebagai instrumen dinyatakan reliabel atau konsisten. Sebaliknya, jika nilai *alpha* lebih kecil dari r_{tabel} maka soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten (Rusman, 2023:118).

3.9 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara untuk memperoleh data yang mendukung untuk pencapaian tujuan penelitian. Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan instrumen tes berupa soal-soal tes tertulis berbentuk uraian yang digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* yang dikerjakan peserta didik.

3.10 Teknik Analisis Data

Berdasarkan data yang akan diperoleh, peneliti melakukan uji analisis data menggunakan analisis uji statistik. Analisis uji statistik digunakan untuk membandingkan rata-rata nilai kemampuan awal peserta didik pada saat *pretest* dengan kemampuan akhir peserta didik setelah *posttest* pada kelas sampel.

3.10.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian berdistribusi secara normal atau sebaliknya. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji statistik *One Sample Kolmogorov-Smirnov* menggunakan SPSS 25.0. Uji *Kolmogorov-Smirnov* akan menggunakan ketentuan:

H_0 : Data berdistribusi normal.

H_1 : Data tidak berdistribusi normal.

Dengan dasar pengambilan keputusan:

- a. Apabila nilai Sig, atau nilai probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima, maka disimpulkan bahwa data berdistribusi secara normal.
- b. Apabila nilai Sig. atau nilai probabilitas $<0,05$, maka H_0 ditolak, maka disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi secara normal.

(Suyatna, 2017)

3.10.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data kemampuan berpikir kritis peserta didik memiliki varian data yang homogen atau tidak. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji statistik *Lavene* pada program IBM SPSS 25.0 *for Windows*.

Tabel 5. Penentuan Keputusan Homogenitas.

Interval	Kriteria
$sig \geq 0,05$	Homogen
$sig < 0,05$	Tidak homogen

(Rusman, 2023:126)

3.10.3 N-Gain

Uji N-Gain digunakan untuk menganalisis peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik sesudah praktikum menggunakan panduan praktikum digital berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest*. N-gain diperoleh dari selisih antara skor *posttest* dengan skor *pretest* kemudian dibagi dengan skor maksimum dikurang skor *pretest*. Jika dituliskan dalam persamaan adalah sebagai berikut:

$$N - Gain (g) = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Keterangan :

g = *N-Gain*.

S_{post} = Skor *posttest*.

S_{pre} = Skor *pretest*.

S_{max} = Skor maksimum.

Tabel 6. Kriteria Interpretasi N-Gain.

N-Gain	Kriteria Interpretasi
$0,7 \leq N\text{-gain} \leq 1$	Tinggi
$0,3 \leq N\text{-gain} < 0,7$	Sedang
$N\text{-gain} < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

3.11 Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis yang digunakan peneliti adalah uji *Paired Sample T-Test* apabila data berdistribusi normal dan homogen. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal maka digunakan uji *Wilcoxon* dengan menggunakan bantuan program IBM SPSS 25.0 for Windows.

3.11.1 Uji *Paired Sample T-Test*

Uji beda yang digunakan dalam pengujian hipotesis adalah *Paired Sample T-Test*. Uji ini digunakan apabila data berdistribusi normal dan homogen. Menurut Widiyanto (2013: 113), *paired sample t-test* merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengkaji keefektifan perlakuan, ditandai adanya perbedaan rata-rata sebelum dan rata-rata sesudah diberikan perlakuan. Uji ini dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian mengenai pengaruh dari masing-masing variabel. Dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak H_0 pada uji ini adalah:

- a. Jika nilai sig. atau probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak. Jadi, kesimpulan yang dibuat, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua variabel yang diuji.
- b. Jika nilai sig. atau probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima. Jadi, kesimpulan yang dibuat, yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variabel yang diuji.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan panduan praktikum digital menganalisis besaran-besaran fisis pada baterai sekunder untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi uji *paired sample t-test* yaitu 0,000 pada taraf kepercayaan 95%. Penggunaan panduan praktikum digital juga efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang ditunjukkan dengan nilai N-Gain *pretest* dan *posttest* sebesar 0,685 dengan kategori sedang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran yang dikemukakan peneliti, yaitu sebagai berikut.

1. Penggunaan panduan praktikum digital dapat menjadi salah satu alternatif dalam menyajikan cara melakukan praktikum, namun agar lebih nyaman dipakai hendaknya peneliti selanjutnya berlangganan aplikasi *pro* atau mencari aplikasi yang dapat membuat proses pembelajaran lebih efisien.
2. Jika peneliti selanjutnya ingin mengembangkan lagi panduan praktikum tersebut, sebaiknya menambahkan soal evaluasi disetiap akhir kegiatan praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2017). Fisika Dasar II. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. Vol. 3, Issue 1.
<https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Agustina, P., Santoso, H., & Widowati, H. (2022). Pengembangan Panduan Praktikum Berbasis Andorid. *Journal of Science and Biology Education*, 3(3), 33–37. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24127/biolova.v3i1.1738>
- Ahmadi, F. & Ibda, H. (2021). *Desain Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran Daring di Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0*. Yogyakarta: Qahar Publisher.
- Alfiyanti, J., Jatmiko, B., & Wasis. (2020). Efektivitas Model Predict Observe Expect (POE) dengan PhET terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Science Journal*, 1(2), 76-85. <https://doi.org/10.46627/silet>.
- Amarullah, A. Surahman, E., & Meylani, V. (2019). Refleksi Peserta Didik Terhadap Pembelajaran Berbasis Digital. *Metaedukasi*, 1(1), 16.
<https://doi.org/https://doi.org/10.37058/metaedukasi.v1i1.977>
- Anjani, S., Syarif, M. I., Susanti, H., & Sulaimon, T. J. (2023). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis. *Journal of Natural Science Learning*, 02(02), 30–37. <https://jom.uin-suska.ac.id/index.php/JNSL>
- Apriliyani, S. W., & Mulyatna, F. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Sains Flipbook E-LKPD dengan Pendekatan Etnomatematika pada Materi Teorema Phytagoras*. 2(1), 491–500.
<https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/5389>
- Ardhianti, F. (2022). Efektifitas Penggunaan Video Sebagai Media Pembelajaran Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(1), 5–8.
<https://jurnal.arkainstitute.co.id/index.php/nautical/index>
- Arif, W. (2023). *Teori Pembelajaran IPA*. Nasya Expanding Manajemen. 128 hlm.

- Ayu, Y. P. & Lepiyanto, A. (2020). Pengembangan Modul Berbasis POE (Predict-Observe-Explain) Terintegrasi Nilai Keislaman Materi Jaringan Tumbuhan. *Jurnal Bioterdidik*, 7(4), 53–63.
- Azizah, N. H., & Kusairi, S. (2022). Bagaimana Perbandingan Penguasaan Konsep Siswa SMP dan SMA Pada Materi Listrik Arus Searah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 191. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i2.4500>
- Blocher, R. (2003). *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andi. 282 hlm.
- Dari, R. W., Purwaningsih, S., & D. (2021). Pengembangan Penuntun Praktikum Fisika SMA/MA Berbasis KPS Menggunakan 3D Pageflip Professional pada Materi Pengukuran. *Jurnal Edumaspul*. 5 (1): 230-241. <https://doi.org/https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i1.1143>
- Darmayanti, N. W. S. (2020). Kelayakan Panduan Praktikum IPA Sederhana Sekolah Dasar Berorientasikan Lingkungan Sekitar. 3(2), 107–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/elementary.v3i2.2502>
- Facione, P. (2015). Critical Thinking : What It Is and Why It Counts. *Insight Assessment*, ISBN 13: 978-1-891557-07-1., 1–28. <https://www.insightassessment.com/CT-Resources/Teaching-For-and-About-Critical-Thinking/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts-PDF>
- Fathonah, F. S. (2016). Penerapan Model POE (Predict-Observe-Explain) Untuk Meningkatkan Keterampilan Membaca Pemahaman Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar.*, 1(1), 171–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/jpgsd.v1i1.9070>
- Fernanda, A., Haryani, S., Prasetya, T. A., & Hilmi, M. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI Pada Materi Larutan Penyangga Dengan Model Pembelajaran Predict Observe Explain. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2326–2336. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jipk.v13i1.16183>
- Fitrianingsih, E., Mulyani, H., & Lepiyanto, A. (2021). Pengaruh Model POE (Predict-Observe-Explain) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis di SMAN Rawajitu Selatan. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i2.4440>
- Ghofur, A., Fuad, E., & Mukhtar, H. (2020). Rancang Bangun Module Media Pembelajaran Bentuk Aljabar Berbasis Mobile. *Jurnal Computer Science and Information Technology*, 1(1), 21–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.37859/coscitech.v1i1.1693>
- Gunawan, G., & Ritonga, A. A. (2020). *Media Pembelajaran Berbasis Industri 4.0*. Jakarta: Raja Grafindo Persada. 305 hlm.

- Guntur, M., Aliyyatunnisa, A., & Kartono, K. (2020). Kemampuan Berpikir Kreatif, Kritis, dan Komunikasi Matematika Siswa Alam Academic-Constructive Controversy (AC). *Journal of Mathematical Science and Mathematics Education*, 01(01), 385–392.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change / Gain Scores* (Issue Division D).
- Herman, M., Rahmi, E., Hanifan, N., & Herman, H. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Android Terintegrasi Nilai Keislaman pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit untuk Tingkat SMA / MA. *EDUKATIF : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 5025–5038. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2829>
- Hindriyani, A., Kusairi, S., & Yuliati, L. (2020). Kemampuan Memecahkan Masalah Rangkaian Arus Searah Pada Pembelajaran Berbasis Masalah Disertai Penilaian Formatif. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(9), 1237. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i9.14003>
- Idrus, L. (2019). Evaluasi dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 2, 920–935. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35673/ajmpi.v9i2.427>
- Ismiyanti, N. (2020). Perancangan Pembelajaran IPA Menggunakan Software Videoscribe. *Jurnal Pendidikan IPA*, 1, 50–58.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.178>
- Laeni, S., Zulkarnaen, Z., & Efwinda, S. (2022). Model Discovery Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Negeri 13 Samarinda Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 3(2), 105–115. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v3i2.935>
- Laili, I., Ganefri, & U. (2019). Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3, 306–315. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jipp.v3i3.21840>
- Lailiah, I., Wardani, S., Sudarmin., & Sutanto, E. (2021). Implementasi Guided Inquiry Berbantuan E-LKPD Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Materi Redoks dan Tata Nama Senyawa Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2792–2801. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jipk.v15i1.26204>
- Lestari, D. D., & Muchlis. (2021). E-LKPD Berorientasi Contextual Teaching And Learning Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada

- Materi Termokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(1), 25–33.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jpk.v5i1.30987>
- Maolidah, I.S., Ruhimat, T., & Dewi, L. (2017). Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Flipped Classroom pada Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Educational Technologia*, 3(2), 1–11.
- Muhasim, M. (2017). Pengaruh Tehnologi Digital terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik. *Palapa*, 5(2), 53–77. <https://doi.org/10.36088/palapa.v5i2.46>
- Muna, I. A. (2017). Model Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) Dalam Meningkatkan Pemahaman. *Jurnal Studi Agama*, 5(1).
<http://ejournal.kopertais4.or.id/mataraman/index.php/washatiya/article/view/3028>
- Munawwaroh, M., Laili, N., & Tohir, M. (2020). Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah Matematika Berdasarkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika* 2(1), 37-58. [10.35316/alifmatika.2020.v2i1.37-58](https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i1.37-58)
- Mustopa, A. R. (2023). *Pengembangan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-Besaran Fisis Pada Baterai Sekunder Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik*.
- Nengsih, S. (2021). Perbandingan Kedalaman Pengikisan Logam dalam Larutan Feri Klorida. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 75–79.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22373/crc.v5i1.8472>
- Prasetyono, D. S. (2003). *Belajar Sistim Cepat Elektronika*. Yogyakarta: Absolut. 268 hlm.
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD Berbasis Pendekatan Investigasi Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendikia.*, 05(01), 86–96.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1>
- Qomariah, Y. N., & Supardi, Z. A. I. (2021). Efektifitas Penerapan Model Pembelajaran Predict Observe Explain untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA dengan Metode Library Research. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(1), 49–56. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.1.49-56>
- Rusman, T. (2023). *Statistik Inferensial dan Aplikasi SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Salam, A., Sutarto, & Wicaksono, D. (2013). *Ensiklopedia Kimia 3*. Jakarta: Lentera Abadi. 146 hlm.
- Samihah, Y. T., Riswanda, J., & Nurkohman, A. (2020). Pengembangan Elektronik

Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Berbasis Multimedia Interaktif Dilengkapi Education Game. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 3(1), 90–97, 90–97.

- Sawitri, S. (2008). Model Pengembangan Buku Petunjuk Praktek Mata Kuliah Draping. *Jurnal Penelitian Pendidikan*.1(24),23-24.
- Seventika, S.Y., Sukestiyarno, Y.L., & Mariani, S. (2017). Analisis Berpikir Kritis Berdasarkan Facione (2015) - Angelo (1995) Materi Matematika Logis Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). *Jurnal Fisika*. 10.1008/1742-6596/983/1/012067.
- Sudarman & Saparuddin. (2018). *Pengembangan Ebook Panduan Praktikum Sebagai Suplemen Pendukung Pembelajaran Blended Learning*.
- Sugiarti, S., Koto, I., & Hambali, D. (2022). 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/dikdas.v5i1.14642>
- Suryaningsih, S., Nurlita, R., Islam, U., Syarif, N., & Jakarta, H. (2021). Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif Dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 2(7), 1256–1268. <https://doi.org/https://doi.org/10.59141/japendi.v2i07.233>
- Susanti, D., Zaini, M., & Putra, A. P. (2022). The Natural Science Practical Guide Developed Based on Critical Thinking Skills: Implementation Test Results. *BIO-INOVED : Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 4(2), 119. <https://doi.org/10.20527/bino.v4i2.12412>
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi. 115 hlm.
- Suyatna, A., Maulina, H., Rakhmawati, I., & Khasanah, R. A. N. (2018). Electronic Versus Printed Book: A Comparison Study on The Effectivity of Senior High School Physics Book. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 391–398. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.14437>
- Tawil, M., & Liliyasi. (2013). *Berpikir Kompleks dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Makasar : Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar. 181 hlm.
- Tohir, M., Maswar, M., Mukhlis, M., Sardjono, W., & Selviyanti, E. (2021). Prospective Teacher's Expectation of Students' Critical Thinking Process in Solving Mathematical Problems Based on Facione Stages. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1). <https://doi.org/10.1088/1742->

6596/1832/1/012043

- Tubagus, M. (2023). *Buku Ajar Media Pembelajaran Online* (Issue October). IAIN Manado Press. 337 hlm.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. Hongkong: Graficraft Typesetters Ltd. 208 p.
- Widodo, M. H. S. (2014). *Dasar dan Pengukuran Listrik*. Jakarta: Kemdikbud RI. 296 hlm.
- Winarti. (2015). Profil Kemampuan Berpikir Analisis dan Evaluasi Mahasiswa dalam Mengerjakan Soal Konsep Kalor. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(1):19-24. <https://doi.org/https://doi.org/10.36706/jipf.v2i1.2350>
- Wityastuti, E. Z., Masrofah, S., Haqqi, T. A. F., & Salsabila, U. H. (2022). Implementasi Penggunaan Media Pembelajaran Digital di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(1), 39–46. <https://doi.org/10.54082/jupin.39>
- Zahwa, F. A., & Syafi'i, I. (2022). Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Equilibrium: Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Ekonomi*, 19(01), 61–78. <https://doi.org/10.25134/equi.v19i01.3963>
- Zai, J. & I. (2019). Pengukuran Tingkat Keterampilan Proses Sains Mahasiswa pada Praktikum Gaya Gerak Listrik Induksi di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta Juli. *Jupiter : Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04(1), 1–6. <https://doi.org/http://doi.org/10.25273/jupiter.v4i1.4129>
- Zakiah, M. (2023). Peningkatan Minat Belajar Sosiologi Melalui Model Problem Based Learning dengan Pemanfaatan Articulate storyline 3 di Kelas XII SMAN 1 Kota Mungkid. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Humaniora*, 7(1), 19–30.
- Zubaidah, S., Mahanal., Susriyati., Yuliati, L., Dasna, I.W., Pangestuti, A.A., Puspitasari, D.R., Mahfudhillah, H.T., Robitah, A., Kurniawati, Z.L., Rosyida, F., Sholihah., M. (2017). *Buku Guru : Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII SMP/MTs*. 444 hlm. <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/6951>