

**PENGEMBANGAN PANDUAN DEMONSTRASI PENERAPAN
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PANEL
SURYA DAN SUPERKAPASITOR UNTUK
MENSTIMULUS KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA
DIDIK**

(Skripsi)

Oleh

**ELSA AYUNINGTHIAS WAHYUDI
NPM 2013022033**



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

ABSTRAK

PANDUAN DEMONSTRASI PENERAPAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PANEL SURYA DAN SUPERKAPASITOR UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

Oleh

ELSA AYUNINGTHIAS WAHYUDI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas dan kepraktisan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik. Panduan demonstrasi dikembangkan berdasarkan kompetensi dasar kelas IX pada Kurikulum 2013. Panduan demonstrasi 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 3,74 dengan kriteria sangat valid. Uji kepraktisan produk dinilai berdasarkan uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik di SMP Negeri 35 Bandar Lampung, panduan demonstrasi untuk guru memperoleh skor rata-rata 91,25% dengan kriteria sangat praktis dan panduan demonstrasi untuk peserta didik memperoleh skor rata-rata 92,75% dengan kriteria sangat praktis. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa panduan demonstrasi yang dikembangkan valid dan praktis. Hasil penelitian ini dapat digunakan dalam pembelajaran IPA SMP untuk melatih peserta didik dalam menstimulus keterampilan berpikir kritis.

Kata kunci: Keterampilan Berpikir Kritis, Panduan Demonstrasi, Teknologi Ramah Lingkungan

**PENGEMBANGAN PANDUAN DEMONSTRASI PENERAPAN
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PANEL
SURYA DAN SUPERKAPASITOR UNTUK
MENSTIMULUS KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA
DIDIK**

Oleh

ELSA AYUNINGTHIAS WAHYUDI

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
2024**

Judul Skripsi

**: PENGEMBANGAN PANDUAN
DEMONSTRASI PENERAPAN TEKNOLOGI
RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PANEL
SURYA DAN SUPERKAPASITOR UNTUK
MENSTIMULUS KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa

: Elsa Ayuningthias Wahyudi

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2013022033

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.

Penguji

Bukan pembimbing : Dr. Viyanti, M.Pd.

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Sunyono, M.Si.

NIP.19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 April 2024

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Elsa Ayuningthias Wahyudi

NPM : 2013022033

Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA

Program Studi : Pendidikan Fisika

Alamat : Jalan Bahari, Sukabaru, Kecamatan Panjang Utara,
Bandar Lampung.

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

Bandar Lampung, 04 April 2024



Elsa Ayuningthias wahyudi
2013022033

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Elsa Ayuningthias Wahyudi. Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 20 Juli 2002 sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Bambang Budi Wahyudi dan Ibu Eli Yuniar Sari.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2006 di TK Setia Kawan dan diselesaikan pada tahun 2008. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Karang Maritim dan diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 16 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2017. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 10 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2020. Tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis menjadi anggota divisi almafika Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (ALMAFIKA) dan pernah menjadi Koordinator Fundraising pada kegiatan Gelaran Lomba Sains dan Silaturahmi Pendidikan Fisika (GLORASKA) tahun 2022 dan menjadi anggota Komisi Disiplin tahun 2022. Pada tahun 2023 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di kampung Sukosari, Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan dan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SMP Negeri 4 Baradatu, kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan.

MOTTO

*“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”*
(QS. Al-Insyirah : 5-6)

*“Tidak ada kata terlambat untuk menjadi apa yang mungkin kamu
inginkan”*
(George Eliot)

*“Kita punya kendala tapi Allah punya kendali, yakinlah, jika Allah sudah
ikut andil, maka tidak ada kata mustahil”*
(Elsa Ayuningthias Wahyudi)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala yang senantiasa memberikan limpahan rahmat-Nya dan semoga shalawat senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad sallallahu alaihi wasallam. Penulis mempersembahkan karya sederhana ini dengan kerendahan hati sebagai tanda bukti dan kasih sayang yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Bambang Budi Wahyudi dan Ibu Eli Yuniar Sari yang telah sepuh hati membesarkan, mendidik dengan penuh kasih sayang dan mendoakan semua kelancaran kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan kesehatan dan memberikan jalan bagi penulis untuk dapat membahagiakan kalian;
2. Keluarga besar kedua orang tua;
3. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung;
4. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan Panduan Demonstrasi Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dengan Panel Surya dan Supercapacitor untuk Menstimulus Keterampilan 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.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

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

6. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku pembimbing II, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, dan kritik, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
7. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., dan Bapak Bambang Budi Wahyudi, S.Pd. selaku validator produk atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan saran, semangat, dan motivasi kepada penulis;
8. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
9. Bapak Jondri Haryadi, S.Pd.I., M.Pd.I. selaku Kepala SMP Negeri 35 Bandar Lampung yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian;
10. Ibu Rizki Samty Ayuningtyas, S.Pd. dan Bapak Bambang Budi Wahyudi, S.Pd. selaku Guru SMP Negeri 35 Bandar Lampung yang telah memberikan banyak bantuan dan kerja samanya selama penelitian berlangsung;
11. Peserta didik kelas IX A yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran;
12. Seseorang dengan NPM 2013025014 yang telah menjadi salah satu penyemangat, dan telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini;
13. Sahabat Penulis Malita Ayu Faza dan Zakia Savira Salsabilla yang selalu mendoakan kelancaran studi serta menjadi teman berkeluh kesah;
14. Teman dekat peneliti selama di SMA dan teman seperjuangan meraih perguruan tinggi, Shalsa bila, Silvia Julianti, Alike Maharani, Rizki Ananda Ruvvy Anggie, Ellysa Angguman Putri;
15. Sahabat seperjuangan Indah Viona Fitri, Ochira Chantika Trinetha, Lu'lu' Syarqia yang sudah memberikan semangat serta menemani selama menjalani Perkuliahan;
16. Teman-teman seperbimbingan akademik KES JAYA 2020 (Tri Lestari, Annisa Qurottul Aini, Mita Safira, Putri Permata Sari) yang telah memberikan semangat dan masukan serta bantuannya demi kelancaran penyelesaian skripsi;
17. Teman-teman seperjuangan Fluida yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu;

18. Keluarga Besar ALMAFIKA FKIP UNILA yang tidak bisa disebutkan satu per satu;
19. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Bandar Lampung, 04 April 2024

Penulis.



Elsa Ayuningthias Wahyudi

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.....	6
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	6
 II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 9
2.1. Panduan Demonstrasi Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dengan Panel Surya dan Superkapasitor.....	9
2.2. Model Pembelajaran <i>Case Method</i>	11
2.3. Keterampilan Berpikir Kritis.....	14
2.4. Keterkaitan Panduan Demonstrasi dengan Keterampilan Berpikir Kritis	15
2.5. Teknologi Ramah Lingkungan	17
2.6. Komponen Penyimpanan Energi Surya.....	18
2.6.1. Panel Surya	18
2.6.2. Superkapasitor.....	22
2.7. Penelitian yang Relevan	24
2.8. Kerangka Pemikiran	25
 III. METODE PENELITIAN	 29
3.1. <i>Design</i> Penelitian.....	29
3.2. Prosedur Pengembangan	29
3.2.1. <i>Analysis</i>	32
3.2.2. <i>Design</i>	32
3.2.3. <i>Development</i>	34
3.2.4. <i>Evaluation</i>	35
3.3. Instrumen Penelitian.....	35
3.3.1. Angket Validasi Produk	35
3.3.2. Angket Uji Kepraktisan	36
3.4. Teknik Pengumpulan Data	37
3.5. Teknik Analisis Data	38
3.5.1. Analisis Data Validasi.....	39

3.5.2. Analisis Data Uji Kepraktisan.....	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1. Hasil Penelitian.....	41
4.2. Pembahasan	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam	15
2. Penelitian yang relevan	24
3. <i>Storyboard</i> Panduan Demonstrasi.....	33
4. Skala <i>Likert</i> pada Uji Validasi Produk.....	36
5. Skala <i>Likert</i> pada Angket Uji Kepraktisan.....	37
6. Teknik Analisis Data.....	38
7. Konversi Skor Uji Validasi	40
8. Konversi Skor Kepraktisan	40
9. Hasil Uji Validitas Media dan Desain Panduan.....	45
10. Hasil Uji Validitas Media dan Desain Panduan.....	46
11. Hasil Uji Validitas Materi dan Konstruk Panduan.....	47
12. Hasil Uji Validitas Materi dan Konstruk Panduan.....	49
13. Saran Perbaikan oleh Validator.....	50
14. Hasil Uji Keterbacaan Panduan Demonstrasi untuk	52
15. Hasil Uji Keterbacaan Panduan Demonstrasi untuk	54
16. Hasil Uji Persepsi Guru terhadap Panduan Demonstrasi	56
17. Hasil Uji Persepsi Guru terhadap Panduan Demonstrasi	57
18. Hasil Uji Respon Peserta Didik	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Panel Surya	19
2. Prinsip Kerja Panel Surya	20
3. Rangkaian komponen alat peraga teknologi ramah	21
4. Superkapasitor.....	23
5. Kerangka Pemikiran.....	28
6. Prosedur pengembangan panduan demonstrasi	31
7. Tampilan Sampul Depan Produk Panduan	44
8. Perbaikan dari Validator (a) Produk sebelum dilakukan revisi	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Obsrvasi	83
2. Surat Penelitian Pendahuluan.....	84
3. Surat Balasan Penelitian Pendahuluan dari Sekolah.....	85
4. Kisi-kisi Angket Analisis Kebutuhan Guru	86
5. Kisi-Kisi Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	87
6. Angket Analisis Kebutuhan Guru	88
7. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	90
8. Rekapitulasi Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru	92
9. Rekapitulasi Hasil Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	93
10. Kisi-kisi Angket Uji Validasi Media dan Desain.....	94
11. Lembar Hasil Uji Validitas Panduan Demonstrasi untuk Guru	95
12. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Panduan Demonstrasi untuk Guru	119
13. Lembar Hasil Uji Validitas Panduan Demonstrasi untuk Peserta Didik.....	120
14. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Panduan Demonstrasi untuk Peserta Didik	143
15. Surat Izin Penelitian	144
16. Surat Balasan Izin Penelitian	145
17. Surat Keterangan Penggunaan Media Pembelajaran	146
18. Lembar Angket Uji Keterbacaan Panduan Demonstrasi untuk Guru	147
19. Lembar Angket Uji Keterbacaan Panduan Demonstrasi untuk Peserta Didik	149
20. Kisi-Kisi Lembar Persepsi Guru	151
21. Lembar Hasil Uji Persepsi Guru Terhadap Panduan Demonstrasi untuk Guru	152
22. Lembar Hasil Uji Persepsi Guru Terhadap Panduan Demonstrasi untuk Peserta Didik	160

23. Kisi-kisi Lembar Angket Uji Respon Peserta Didik	168
24. Lembar Angket Uji Respon Peserta Didik.....	169
25. Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan	171
26. Rekapitulasi Hasil Uji Persepsi Guru.....	172
27. Rekapitulasi Hasil Uji Respon Peserta Didik	173
28. Dokumentasi	174
29. Produk Panduan Demonstrasi secara Keseluruhan	175

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara umum, pembelajaran adalah interaksi antara peserta didik, pendidik, dan sumber belajar di lingkungan belajar. Sebagai fasilitator, guru bertanggung jawab untuk merancang pembelajaran secara terencana agar dapat berjalan dengan sistematis dan mencapai kesinambungan dengan peserta didik (Fathurrohman & Sutikno, 2011). Permendiknas No. 41 tahun 2007 menyebutkan bahwa Ketika peserta didik melakukan kegiatan percobaan selama proses pembelajaran, guru memegang peranan yang signifikan sebagai penggerak utama yang membantu peserta didik.

Kurikulum 2013 menuntut pembelajaran dilaksanakan secara aktif, menyelidiki dan peran guru sebagai fasilitator dapat membimbing peserta didik menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang kontekstual dan nyata. Salah satu tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang telah dicanangkan dalam kurikulum 2013 yaitu berpikir kritis. Menurut Facione (2015), berpikir kritis adalah proses berpikir yang bertujuan untuk memvalidasi suatu pernyataan, menginterpretasikan makna suatu hal, dan menyelesaikan masalah. Hidayat dkk., (2020) menyatakan keterampilan berpikir kritis juga dapat diartikan kemampuan berpikir seseorang dalam mengambil keputusan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Maslakhathunni'mah dkk., (2016) mengenai keterampilan berpikir kritis peserta didik mata pelajaran IPA SMP, berpikir kritis yang dimiliki peserta didik masih rendah. Salah satu penyebab rendahnya berpikir kritis yang dimiliki peserta didik adalah guru masih menggunakan metode yang konvensional yaitu ceramah dan peserta didik masih cenderung menghafal atau pembelajaran belum berpusat pada *student center*. Sebagian peserta didik masih bingung menerapkan pengetahuan yang dimiliki, menjelaskan sebab akibat dari suatu peristiwa, mengungkapkan solusi dari permasalahan yang disajikan serta mengungkapkan pendapatnya sesuai dengan peristiwa yang disajikan karena kurangnya keterlibatan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran yang hanya menjadikan pendidik sebagai pusat pembelajaran serta kurangnya menggunakan fenomena yang berkaitan dengan konsep fisika. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan menjadi kurang bermakna, menyebabkan peserta didik hanya menjadi objek penerima saja tanpa menelaah secara mendalam dan mengkritisi konsep materi pelajaran IPA yang diberikan, sehingga berpikir kritis yang dimiliki peserta didik sulit untuk tumbuh dan berkembang.

Salah satu cara untuk mengasah keterampilan berpikir kritis peserta didik yaitu dengan memberikan pengalaman yang bermakna, dalam konteks pembelajaran fisika, pendidik dapat memanfaatkan kejadian atau fenomena sehari-hari yang relevan sebagai kondisi untuk proses pembelajaran dengan cara mengkondisikan proses pembelajaran tersebut menggunakan kejadian atau fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan pembelajaran fisika, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran berbasis fenomena dengan menggunakan metode demonstrasi (Khanasta dkk., 2016).

Pelaksanaan demonstrasi memerlukan fasilitas seperti laboratorium yang memadai serta materi pembelajaran yang sesuai, termasuk dalam bentuk

panduan demonstrasi. Kegiatan demonstrasi memerlukan panduan yang dapat membantu peserta didik ikut aktif dalam kegiatan pembelajaran serta tercapainya tujuan belajar.

Pada penelitian ini, demonstrasi dilakukan melalui peragaan dengan satu set peralatan demonstrasi yang mencukupi untuk satu kelas. Selain itu, upaya guru dalam mengembangkan panduan demonstrasi untuk topik teknologi ramah lingkungan ini dapat memberikan dukungan tambahan dalam proses pembelajaran di kelas.

Metode pembelajaran yang menggunakan panduan demonstrasi dan satu set alat peraga dalam topik ini dianggap bermanfaat dalam membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik. Pembuatan panduan demonstrasi memberikan pengalaman belajar langsung kepada peserta didik, membantu mereka mengatasi konsep fisika yang abstrak menjadi lebih konkret, dan menstimulus keterampilan berpikir kritis. Panduan demonstrasi ini, yang dikembangkan yaitu pada penggunaan panel surya dan superkapasitor dalam topik teknologi ramah lingkungan.

Teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang dirancang untuk mempermudah kehidupan manusia tanpa menimbulkan kerusakan atau dampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Pada dasarnya, teknologi yang ramah lingkungan mencakup penggunaan sumber daya alam yang lebih hemat dalam hal energi, bahan baku, dan ruang. Panduan demonstrasi ini memfokuskan pada penerapan teknologi ramah lingkungan yang berhubungan dengan energi surya. Energi surya merujuk pada energi yang dihasilkan oleh sinar matahari. Selain itu, sinar matahari memiliki peran penting sebagai alternatif pembangkit listrik. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik melibatkan penggunaan panel surya sebagai komponen untuk menangkap sinar matahari dan mengonversinya menjadi energi listrik. Proses energi listrik ini juga dapat diakumulasi dengan bantuan superkapasitor yang dapat

digunakan bersama dengan baterai untuk memberikan tambahan daya, meningkatkan performa dan efisiensi energi pada sistem listrik.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan melalui penyebaran angket kepada guru IPA dari dua Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang berbeda di Provinsi Lampung, yaitu SMP Negeri 14 Bandar Lampung dan SMP Negeri 35 Bandar Lampung didapatkan informasi bahwa pembelajaran IPA khususnya teknologi ramah lingkungan masih diajarkan dengan menggunakan metode ceramah sehingga pada aktivitas pembelajaran terkadang membuat peserta didik merasa bosan dan belum mengetahui gambaran yang nyata atau melihat secara konkret penerapan dalam pembelajaran. Kedua sekolah tersebut juga belum memiliki panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor yang valid, dan praktis dalam menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik. Angket ini juga berisikan informasi menurut persepsi guru, didapatkan informasi pembelajaran yang dilaksanakan belum dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik. Guru menyatakan sebesar 32,5% kemampuan berpikir kritis telah dicapai peserta didik dan peserta didik menyatakan bahwa mereka mencapai 34,53% kemampuan berpikir kritis.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2017) dengan judul “Pengembangan Panduan Demonstrasi Fenomena Kelistrikan Akibat Perbedaan Temperatur Pasangan Kawat Tembaga dan Seng yang Menimbulkan Arus” dan penelitian oleh Pebriyanto dkk., (2023) dengan judul “Demonstrasi Perakitan Alat Sistem Panel Surya di SMPS Golden Christian School Sebagai Upaya Memunculkan Minat Siswa dalam Pemanfaatan Energi Terbarukan”. Sejauh ini panduan demonstrasi masih sangat minim dikembangkan dalam pembelajaran di sekolah sebagai media pembelajaran. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu, peneliti terdahulu belum meneliti dan mengembangkan

panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Penyampaian pembelajaran fisika yang kurang menarik dan kurang didukung oleh alat peraga dapat mengakibatkan rendahnya tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kelemahan ini menunjukkan bahwa kompetensi yang diharapkan dalam Kurikulum 2013 dan untuk memenuhi kebutuhan abad ke-21 pada peserta didik belum tercapai.

Oleh karena itu, penulis membelajarkan peserta didik dengan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor yang dapat digunakan oleh guru dan peserta didik sebagai media pembelajaran serta untuk dapat memahami tentang cara mengatur atau menyusun suatu alat peraga. Maka dilakukan penelitian tentang adanya “Pengembangan Panduan Demonstrasi Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dengan Panel Surya dan Superkapasitor untuk Menstimulus Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik”.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Bagaimana kevalidan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik?
2. Bagaimana kepraktisan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendeskripsikan kevalidan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian pengembangan ini adalah:

1. Bagi guru, dapat menjadikan panduan demonstrasi sebagai salah satu bahan ajar penunjuang dalam kegiatan pembelajaran.
2. Bagi peserta didik, dapat membantu peserta didik dalam memahami suatu proses, dapat menjadi panduan peserta didik dalam mengikuti demonstrasi oleh guru serta dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih signifikan, karena peserta didik terlibat secara aktif dalam proses kegiatan pembelajaran.
3. Bagi peneliti lain, dapat memberikan sebuah informasi terkait pembelajaran yang menggunakan panduan demonstrasi untuk dapat meneruskan kembali penelitian dengan menggunakan variabel yang berbeda.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan menggunakan metode penelitian *Design and Development Research* (DDR) dengan tahap penelitian: *analysis, design, development, dan evaluation*.
2. Pengembangan dalam penelitian ini adalah pembuatan produk, yaitu pembuatan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor.

3. Karakteristik utama dalam panduan demonstrasi yang dikembangkan yaitu terdapat deskripsi materi ajar, prosedur pemasangan alat peraga pembelajaran, dan aktivitas peserta didik.
4. Kompetensi dasar yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada mata pelajaran IPA pada bab teknologi ramah lingkungan kurikulum 2013 kelas IX SMP, yaitu KD 3.10, menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan.
5. Sintaks model pembelajaran *case method* yang digunakan diadaptasi oleh Chen *et al.*, (2006), yaitu *Introduction of concepts, Student case analysis, Output generation and discussion, Follow-up and evaluation*.
6. Indikator kemampuan berpikir kritis yang digunakan diadaptasi dari Facione (2015) dengan 6 indikator, yaitu *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation, dan self-regulation*.
7. Uji validitas yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bertujuan untuk mengetahui valid atau tidak panduan demonstrasi yang digunakan sebagai panduan guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Uji validitas produk dilakukan oleh tiga orang validator yaitu dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung. Validator melakukan validasi yang terdiri atas uji media dan desain, materi dan konstruk.
8. Uji kepraktisan produk ini bertujuan untuk menguji apakah produk pengembangan sudah praktis dan mudah dalam pemakaiannya oleh pengguna. Uji kepraktisan terdiri dari:
 - 1) Uji keterbacaan, diujikan kepada satu guru IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung dan kelompok kecil peserta didik SMP Negeri 35 Bandar Lampung untuk mengetahui tingkat kemudahan dan kenyamanan ketika membaca atau menggunakan panduan demonstrasi.
 - 2) Uji persepsi guru, dilakukan kepada dua guru IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung untuk mengetahui apakah panduan

demonstrasi yang dikembangkan memungkinkan digunakan dalam pembelajaran IPA topik teknologi ramah lingkungan kurikulum 2013 yang berisi aspek materi dan kualitas produk.

- 3) Uji respon peserta didik, diujikan kepada peserta didik yang telah menggunakan panduan demonstrasi untuk mengetahui respon ketertarikan peserta didik dan hal yang didapat setelah menggunakan panduan demonstrasi yang berisi aspek materi dan desain produk.

9. Subjek penelitian pengembangan adalah peserta didik kelas IX SMP Negeri 35 Bandar Lampung tahun pelajaran 2023/2024.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Panduan Demonstrasi Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan dengan Panel Surya dan Superkapasitor

Demonstrasi atau peragaan adalah salah satu teknik pengajaran di mana guru menunjukkan kepada semua peserta didik objek nyata, replika, atau langkah-langkah dari topik yang diajarkan (Roestiyah, 2008). Hal ini berarti bahwa strategi demonstrasi adalah cara penyampaian pelajaran dengan memeragakan dan menunjukkan suatu proses, situasi, atau benda yang sedang dipelajari, baik dalam bentuk nyata maupun tiruan, yang ditunjukkan oleh guru atau sumber belajar lain di hadapan seluruh peserta didik.

Menurut Arifah dkk., (2014), buku panduan demonstrasi adalah sebuah panduan yang dirancang untuk membantu pelaksanaan demonstrasi dengan mencakup judul aktivitas, tujuan, dasar teori, instruksi penggunaan, gambar alat peraga, dan pertanyaan yang mendukung pencapaian tujuan, dengan mematuhi prinsip-prinsip penulisan ilmiah. Panduan demonstrasi dirancang untuk memudahkan dan menyediakan informasi serta materi pembelajaran bagi peserta didik dalam melaksanakan demonstrasi. Pengembangan panduan demonstrasi juga bertujuan untuk meningkatkan kreativitas guru dalam merancang kegiatan pembelajaran. Sehingga dengan menggunakan panduan demonstrasi, diharapkan peran guru dan peserta didik menjadi lebih aktif dan dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam. Panduan demonstrasi

disini yang dikembangkan yaitu panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor.

Buku panduan memiliki karakteristik agar dapat dikatakan berkualitas apabila memiliki kriteria tertentu. Greene dan Petty (dalam Utomo, 2008) mengemukakan sepuluh kriteria yang seharusnya dimiliki oleh buku teks dan panduan pembelajaran yang berkualitas. Sepuluh kriteria tersebut, yaitu:

1. Harus menarik minat bagi yang mempergunakannya.
2. Harus mampu memotivasi bagi yang memakainya.
3. Harus memuat gambaran yang menarik hati bagi yang memanfaatkannya.
4. Harus memperhatikan aspek bahasa yang sesuai dengan kemampuan penggunaannya.
5. Harus memiliki hubungan yang erat dengan pembelajaran.
6. Harus dapat merangsang dan mendorong aktivitas individu yang menggunakannya.
7. Harus dengan sadar dan tegas menghindari konsep-konsep yang samar dan agar tidak membingungkan pemakainya.
8. Harus memiliki sudut pandang yang jelas dan tegas sehingga pada akhirnya menjadi sudut pandang bagi para pemakainya.
9. Harus mampu memberikan pementapan dan penekanan pada nilai-nilai anak dan orang dewasa.
10. Harus mampu menghargai perbedaan-perbedaan pribadi para pemakainya.

Menurut Peole dkk., (2015), Guru cenderung lebih sering menggunakan metode ceramah, di mana penjelasan dari buku teks disampaikan tanpa adanya demonstrasi atau penggunaan alat peraga. Hal ini menyebabkan peserta didik hanya dapat membayangkan apa yang dijelaskan oleh guru tanpa pengalaman langsung, sehingga kemampuan mereka dalam memahami materi pembelajaran menjadi terbatas. Untuk mengatasi

tantangan ini, seorang pengajar perlu memilih metode pembelajaran yang tepat, seperti menggunakan metode demonstrasi.

Metode demonstrasi yaitu metode pembelajaran di mana situasi atau proses ditampilkan melalui contoh visual atau praktik langsung. Dalam metode ini, pengajar dapat menunjukkan kejadian, rangkaian aktivitas, situasi, atau penggunaan alat tertentu. Metode demonstrasi ini dapat membantu peserta didik memahami cara merangkai atau menggunakan alat peraga serta mempermudah pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Dalam proses ini, peserta didik didorong untuk secara aktif mengamati, menghubungkan teori dengan praktik, dan bahkan melakukan percobaan sendiri, yang bertujuan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Berdasarkan pendapat yang telah dipaparkan di atas, panduan demonstrasi yang dimaksud adalah sebuah panduan yang meliputi langkah-langkah persiapan, pelaksanaan, analisis data, dan pelaporan. Panduan ini disusun untuk digunakan oleh guru dan peserta didik sebagai bahan ajar dalam pembelajaran yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman konsep, meningkatkan keterampilan psikomotorik, serta mengembangkan sikap-sikap positif

2.2. Model Pembelajaran Case Method

Upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*) dalam proses pembelajaran perlu diterapkan dengan model yang berbeda. Sunardi dan Hasanuddin (2019) menyatakan bahwa untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran, diperlukan penerapan model pembelajaran yang beragam. Strategi pembelajaran yang efektif akan memperkuat partisipasi peserta didik, kreativitas, inovasi, dan kemampuan berpikir kritis. Salah satu model pembelajaran yang dapat

digunakan saat ini untuk tujuan tersebut adalah model pembelajaran *case method*.

Case method adalah suatu model pengajaran yang melibatkan analisis dan penyelesaian masalah dalam konteks situasi yang menyerupai kasus nyata. Penggunaan model ini tidak hanya mengasah dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah, tetapi juga keterampilan berkomunikasi, kolaborasi, dan kreativitas (Fauzi dkk., 2022). Menurut Nursulistyo dkk., (2021) pembelajaran *case method* mampu mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis tingkat tinggi dan memperdalam pemahaman konten pembelajaran. Hal ini karena peserta didik perlu untuk menganalisis masalah, mengajukan solusi, mengevaluasi opsi solusi, menyelesaikan masalah, dan mengambil keputusan.

Case method sama halnya dengan *problem based learning*, yang membedakan yaitu pada penyelesaian kasusnya, yang mana *case method* harus mempunyai pengetahuan terlebih dahulu terkait kasus yang akan diselesaikan (Gesya dkk., 2022). Pengertian kasus menurut Saputra dkk., (2017) yaitu suatu permasalahan yang membutuhkan penyelesaian dengan berbagai sudut pandang dan dapat memicu adanya proses diskusi untuk memecahkan permasalahan tersebut.

Berdasarkan penelitian oleh Andayani dkk., (2022) kelebihan dari model pembelajaran *Case Method* adalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah, meningkatkan kemampuan berkomunikasi, kolaborasi, dan kreativitas. Hal ini membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna karena masalah yang diselesaikan terkait dengan situasi nyata, mengajarkan peserta didik untuk menjadi lebih mandiri, serta mampu berpartisipasi dalam diskusi dan menerima pendapat dari orang lain. Selain itu, model ini juga membantu dalam menanamkan sikap sosial yang positif antara sesama peserta didik.

Kelemahan dari model pembelajaran *Case Method* berdasarkan penelitian oleh Andayani dkk., (2022), adalah persiapannya yang membutuhkan alat, masalah, dan konsep yang kompleks. Selain itu, suasana kelas dapat menjadi gaduh atau ramai, dan pembagian kelompok bisa memakan banyak waktu. Guru juga perlu meluangkan waktu lebih banyak untuk model ini. Selain itu, mencari dan menemukan permasalahan yang relevan juga bisa menjadi sulit dan memakan waktu yang cukup lama.

Peneliti dalam mengembangkan produk panduan demonstrasi ini menggunakan sintaks model pembelajaran *case method* yang diadaptasi oleh Chen *et al.*, (2006). Sintaks yang digunakan peneliti pada penelitian pengembangan ini, yaitu:

1. *Introduction of concepts*, guru menjelaskan topik materi yang dibahas dan memperkenalkan konsep-konsep fenomena yang relevan.
2. *Student case analysis*, peserta didik memprediksi suatu fenomena dengan menganalisis masalah yang diberikan dan memberikan kesimpulan berupa hipotesis.
3. *Output generation and discussion*, peserta didik melakukan pengamatan, mendiskusikan kasus dengan peserta didik lain, kemudian mempresentasikan hasil diskusi dan mendemonstrasikan kembali maksud dari peristiwa, keputusan, dan prosedur kasus yang telah dipelajari.
4. *Follow-up and evaluation*, peserta didik memberikan kesimpulan dari kegiatan yang dilalui, proses, atau prosedur yang baru saja didemonstrasikan, guru memberikan umpan balik langsung kepada peserta didik, dan guru melakukan penilaian atau memberi nilai akhir terhadap tugas yang telah diberikan.

Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti menggunakan model *case method* oleh Chen *et al.*, (2006) dengan 4 indikator sehingga peserta didik dapat berpikir kritis tingkat tinggi, dan lebih memahami konten pembelajaran.

2.3. Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Alvonco (2013), berpikir melibatkan segala aktivitas yang terlibat dalam merumuskan, memecahkan masalah, dan membuat keputusan dengan tujuan mencapai suatu tujuan atau memenuhi keinginan yang dimengerti. Proses berpikir, seperti yang dijelaskan oleh Susanti (2015), bergantung pada pengalaman yang melibatkan pengaitan antara pengetahuan sebelumnya dengan yang baru. Berpikir kritis merupakan kemampuan yang sangat penting untuk dimiliki, karena berpikir kritis mampu mendorong peserta didik untuk mampu menyelesaikan permasalahan dari yang sederhana sampai yang kompleks (Snyder & Synder, 2018). Hendriana et al., (2017) berpikir kritis sebagai suatu proses yang teratur yang memungkinkan seseorang untuk merumuskan dan menilai keyakinan serta pandangan pribadi mereka.

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan untuk mengajak peserta didik berpikir sesuai dengan kemampuannya atau berpikir reflektif terhadap situasi atau permasalahan yang dihadapi. Secara sederhana, Facione (2015) mendeskripsikan berpikir kritis sebagai suatu jenis pemikiran yang bertujuan untuk membuktikan suatu hal, menginterpretasikan makna, dan menyelesaikan masalah. Peserta didik yang memiliki tingkat kemampuan berpikir kritis yang tinggi cenderung memiliki keterampilan pemecahan masalah yang lebih baik daripada mereka yang memiliki kemampuan berpikir kritis rendah (Hunaepi dkk., 2020).

Berdasarkan pendapat yang telah dipaparkan di atas dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis merupakan proses pemikiran yang sistematis untuk menganalisis, menafsirkan, dan menyelesaikan masalah sesuai dengan keyakinan dan pandangan individu. Melalui kemampuan berpikir kritis yang baik, peserta didik tidak akan dengan mudah menerima sesuatu yang diterimanya begitu saja, tetapi peserta didik juga dapat mempertanggung-

jawabkan pendapatnya disertai dengan alasan yang logis (Hendriana *et al.*, 2017).

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

2.4. Keterkaitan Panduan Demonstrasi dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Panduan demonstrasi digunakan untuk membantu persiapan, pelaksanaan, dan tata cara mendemonstrasikan alat peraga yang digunakan dalam pembelajaran dengan model *case method*. Menurut (Nursulistyo *et al.*, 2021) pembelajaran berbasis kasus (*case method*) mampu mendorong peserta didik untuk dapat berpikir kritis tingkat tinggi, dan lebih memahami konten pembelajaran. Hal ini dikarenakan peserta didik harus menganalisis masalah, mengusulkan solusi, mengevaluasi solusi, memecahkan masalah, dan membuat keputusan dengan bantuan alat peraga. Dalam kegiatan pembelajaran, penggunaan alat peraga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Hartati, 2010), sehingga dapat membantu peserta didik memahami konsep, peserta didik menjadi lebih tertarik dan semangat dalam belajar serta dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik (Sanjaya dkk., 2016). Dari keseluruhan kegiatan pembelajaran yang dilakukan tersebut dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik yang termuat di dalam sebuah panduan demonstrasi.

Tabel 1. Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian

Kegiatan pada Panduan Demonstrasi	Indikator yang dilatih
Menguasai konsep dasar untuk memprediksi suatu peristiwa	<i>Interpretation</i>

Membuat prediksi suatu fenomena berdasarkan pemahaman yang telah diperoleh	<i>Analysis dan inference</i>
Melakukan pengamatan, mengidentifikasi hubungan yang kuat dan aktual dari pertanyaan-pertanyaan, konsep, mengungkapkan kembali maksud dari peristiwa, keputusan, dan prosedur	<i>Analysis, interpretation, explanation</i>
Membuat kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan	<i>Explanation, evaluation, dan self-regulation</i>

Facione (2015) menjelaskan bahwa sebagai komponen kognitif, aspek-aspek dari berpikir kritis adalah sebagai berikut:

1. *Interpretation*, yakni kemampuan seseorang untuk memahami dan menyatakan makna dari suatu situasi atau prosedur.
2. *Analysis*, yaitu peserta didik mampu menghubungkan antara informasi dan konsep, dengan pertanyaan yang ada dalam masalah.
3. *Inference*, yaitu peserta didik dapat membuat suatu kesimpulan dalam pemecahan masalah.
4. *Evaluation*, yaitu peserta didik mampu menilai pernyataan atau pendapat yang diterima baik dari diri sendiri maupun orang lain.
5. *Explanation*, yaitu peserta didik menjelaskan pernyataan maupun pendapat yang telah diungkapkan untuk menjadi sebuah pendapat yang kuat, dimana pernyataan ini disajikan dalam bentuk argumen.
6. *Self-regulation*, yaitu kemampuan peserta didik untuk dapat mengontrol dirinya dalam menghadapi situasi pemecahan masalah, melibatkan kesadaran untuk memonitor aktivitas kognitif mereka, unsur-unsur yang digunakan dalam proses tersebut, serta hasilnya. Hal ini dilakukan dengan menggunakan kemampuan analisis dan evaluasi untuk mengkonfirmasi atau mengoreksi hasil penalaran sebelumnya.

Indikator berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini diadaptasi oleh Facione (2015) dengan 6 indikator seperti yang dijabarkan diatas, ketika peserta didik dapat memenuhi keenam indikator berpikir kritis tersebut maka dapat digolongkan bahwa peserta didik sudah mampu berpikir kritis.

2.5. Teknologi Ramah Lingkungan

Teknologi ramah lingkungan (*sustainable technology/green technology*) merupakan penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan memperhitungkan dampak lingkungan. Teknologi ramah lingkungan bertujuan bertujuan untuk menciptakan produk dan layanan yang memenuhi kebutuhan manusia dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan menghindari pembuangan limbah yang merugikan lingkungan. Selain itu, teknologi ramah lingkungan juga dapat memanfaatkan bahan daur ulang.

Sumber teknologi ramah lingkungan dapat berasal dari energi dari alam seperti berasal dari matahari, angin, dan air. Energi surya merupakan sumber energi yang paling bersih dan sangat melimpah dibandingkan sumber energi terbarukan lainnya (Balcioglu *et al.*, 2017). Energi ini diperoleh dari matahari yang dikonversi menjadi energi panas atau energi listrik. Salah satu contoh teknologi ramah lingkungan yaitu dengan penggunaan panel surya. Karena letak geografis Indonesia yang berada di sekitar khatulistiwa, negara ini menerima paparan matahari secara teratur setiap hari, sehingga potensi pemanfaatan energi surya juga sangat besar.

Menggunakan sumber energi ini dengan bijaksana adalah hal penting, tetapi yang jauh lebih penting adalah mengajarkan pengetahuan dan pemahaman tentang teknologi ramah lingkungan kepada generasi muda melalui proses pendidikan di sekolah. Sekolah dianggap sebagai tempat yang strategis untuk belajar, sehingga peserta didik dapat mengembangkan perilaku yang diharapkan, termasuk peningkatan kesadaran dan kepedulian terhadap penerapan teknologi ramah lingkungan.

Kementerian pendidikan sebagai bagian dari pemerintah telah mengakomodasi dengan memasukkan kompetensi dasar tentang teknologi ramah lingkungan dalam bagian dari kurikulum 2013. Saat ini, integrasi pengetahuan mengenai teknologi ramah lingkungan, khususnya energi surya pada peserta didik masih sangat minim. Pembahasan mengenai energi maupun pembangkit tenaga listrik pada tingkat SMP hanya diberikan secara umum. Dengan pesatnya kemajuan teknologi ramah lingkungan, membuatnya semakin sulit untuk dikejar, maka diperlukan pengenalan sejak dini. Sehingga pada penelitian ini diajarkan mengenai teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor kepada peserta didik SMP Negeri 35 Bandar Lampung.

2.6. Komponen Penyimpanan Energi Surya

2.6.1. Panel Surya

Menurut Nurfajriansyah (2018), panel surya merupakan salah satu komponen utama pada sistem pembangkit tenaga surya yang didalamnya terdiri dari sel surya yang dapat mengubah cahaya dari matahari menjadi listrik. Kemudian nantinya dapat dikonversi menjadi listrik arus searah (DC). Matahari yang merupakan sumber cahaya terkuat yang energinya dapat dimanfaatkan sering disebut surya atau “sol”. Panel surya sering disebut juga sebagai sel *fotovoltaik*, di mana "*fotovoltaik*" menggambarkan konversi cahaya menjadi listrik. Sel surya juga dikenal sebagai sel *fotovoltaik*, adalah perangkat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik melalui efek *fotoelektrik*. Sel surya pertama kali dikembangkan oleh Charles Fritts pada tahun 1883 (Perlin, 1999).



(Sumber: Wisnugrodo dkk., 2018)

Gambar 1. Panel Surya

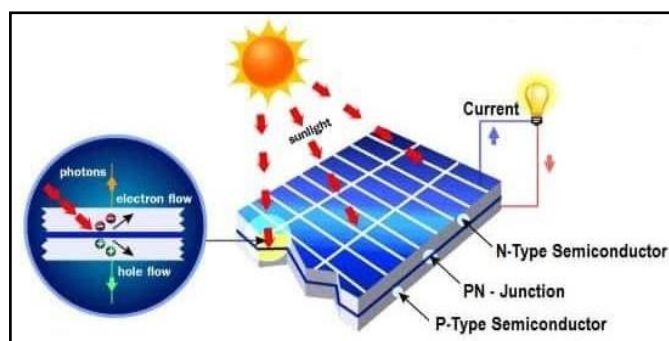
Karakterisasi panel surya berdasarkan intensitas cahaya matahari menurut (Nurfajriansyah, 2018) sebagai berikut :

1. Panjang kabel mempengaruhi daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya. Panjang kabel yang dihubungkan dari panel surya dengan beban jika semakin panjang kabel yang digunakan, maka daya maksimum pada panel surya akan mengalami penurunan.
2. Kemiringan tata letak panel surya terhadap sudut datangnya cahaya matahari pun mempengaruhi daya maksimum yang dihasilkan panel surya.
3. Kondisi cuaca sangat berpengaruh terhadap daya maksimum yang dihasilkan panel surya. Saat cuaca sedang cerah, daya yang diproduksi oleh panel surya akan maksimum.
4. Intensitas cahaya matahari memiliki dampak signifikan terhadap tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya.
5. Semakin tinggi suhu panel sel surya, semakin menurun tegangan yang dihasilkannya.

Secara sederhana, prinsip kerja panel surya menghasilkan listrik dengan melakukan pengkonversian energi cahaya menjadi energi listrik melalui sel-sel yang terdapat pada panel surya. Panel surya terdiri dari sel surya yang saling terhubung. Sel surya terdiri dari

lapisan silikon tipe-n (electron) dan tipe-p (Hole) yang terbentuk dari lapisan silikon murni yang disebut semikonduktor intrinsik. Sel surya bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya.

Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor. Ketika dua tipe material ini berkontak, kelebihan elektron dari tipe-n akan difusi ke tipe-p. Akibatnya, area doping-n akan memiliki muatan positif, sementara area doping-p akan memiliki muatan negatif. Ketika cahaya matahari jatuh pada sel surya, Medan elektrik yang terbentuk di antara keduanya mendorong elektron kembali ke daerah-n dan hole kembali ke daerah-p. Proses ini menghasilkan p-n junction. Elektron tersebut akan bergerak dan menghasilkan aliran arus listrik yang dapat dimanfaatkan (Julisman dkk., 2017). Proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.

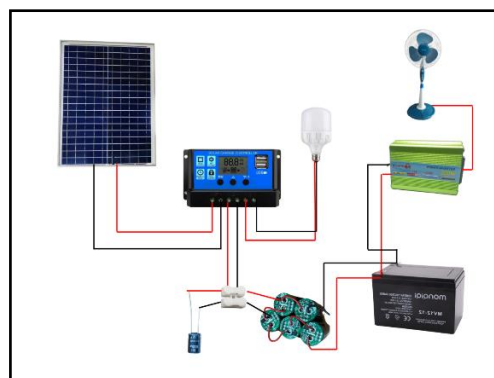


(Sumber: Julisman dkk., 2017)

Gambar 2. Prinsip Kerja Panel Surya

Pembelajaran teknologi ramah lingkungan idealnya disertai dengan media pembelajaran yang mengilustrasikan penerapan teknologi ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu upaya pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman yang bersifat lebih konkret adalah pembelajaran berbantuan alat peraga sains. Walaupun sederhana dalam tampilan fisik, akan tetapi dapat mendukung prinsip kerja dan konsep IPA yang diajarkan sehingga dapat membantu peserta didik memahami konsep dan menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik (Sanjaya dkk., 2016).

Penggunaan alat peraga sains dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep ilmiah yang terdapat dalam materi sains dan memungkinkan mereka untuk mengubah konsep-konsep abstrak menjadi sesuatu yang konkret atau nyata (Kustandi, 2011). Alat peraga yang digunakan yaitu menggunakan energi matahari dengan memanfaatkan panel surya sebagai *converter* energi cahaya matahari menjadi listrik.



Gambar 3. Rangkaian komponen alat peraga teknologi ramah lingkungan

Komponen rangakain alat peraga teknologi ramah lingkungan terdiri dari: Panel surya, *Solar Panel Controller* (SCC), Aki,

Inverter Listrik DC ke AC, Superkapasitor, kapasitor, kipas angin, Lampu DC LED.

Karakteristik alat sistem tenaga surya pada penelitian ini adalah:

1. Sistem elektrifikasi mengimplementasikan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan, melalui penggunaan panel surya.
2. Energi listrik yang diperoleh dari panel surya disimpan pada perangkat penyimpanan listrik berupa aki dan superkapasitor.
3. *Output* pada alat peraga ini berupa penerangan dengan lampu LED, kipas, dan slot USB untuk *charger* HP.

2.6.2. Superkapasitor

Intensitas cahaya matahari dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Perubahan dari kondisi intensitas cahaya matahari tersebut membuat suplay daya dari panel surya menjadi tidak stabil, Oleh karena itu, panel surya memerlukan komponen penyimpanan energi untuk menyediakan pasokan cadangan ketika intensitas cahaya matahari tidak mencukupi untuk menghasilkan daya (Nugroho, 2011).

Komponen penyimpanan energi pada panel surya biasanya berupa baterai, namun pada penelitian kali ini komponen penyimpanan energi yang digunakan adalah aki dengan berbantuan superkapasitor untuk memberikan tambahan daya, meningkatkan performa dan efisiensi energi pada sistem listrik.



(Sumber: Asnawi dkk., 2017)

Gambar 4. Superkapasitor

Superkapasitor adalah tipe kapasitor yang mampu menyimpan energi dalam jumlah besar, hampir sebanding dengan baterai kimia. Mereka memiliki masa pakai yang lebih lama dan dapat diisi ulang dengan cepat dibandingkan dengan baterai kimia. Superkapasitor atau ultrakapasitor memiliki perbedaan dengan kapasitor biasa karena kemampuannya untuk menyimpan energi dengan kapasitas yang lebih besar (Asnawi dkk., 2017).

Fahad *et al.*, (2012) telah meneliti bahwa superkapasitor memiliki potensi untuk berfungsi sebagai penyimpan energi dari sumber matahari sebagai akumulator energi listrik. Dibandingkan dengan baterai, superkapasitor lebih mudah dalam hal perawatan, lebih tahan dalam operasional dan lebih ramah lingkungan. Waktu yang dibutuhkan untuk proses *charge* dan *discharge* pada baterai dan kapasitor berbeda. Pada baterai untuk *charge* memerlukan waktu yang cukup lama dan tegangan *charger* yang tertentu, sedangkan *discharge* juga lebih lama. Untuk kapasitor proses *charge* lebih cepat dari pada baterai dengan tegangan kecil pun masih bisa mengisi, sedangkan proses *discharge* juga memerlukan waktu yang relatif cepat (Asnawi dkk., 2017).

2.7. Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian yang relevan

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil
1.	Lulu Lasmita Dewi. (2017)	Pengembangan Panduan Demonstrasi Fenomena Kelistrikan Akibat Perbedaan Temperatur Pasangan Kawat Tembaga dan Seng Yang Menimbulkan Arus	Menghasilkan panduan demonstrasi yang dapat digunakan guru dan peserta didik dalam melakukan kegiatan demonstrasi fisika pada materi kalor dan listrik yang tervalidasi.
2.	Tiara Melati. (2017)	Pengembangan Buku Panduan Guru dalam Penggunaan KIT IPA SMP Berbasis <i>Scientific Approach</i>	Menghasilkan buku panduan guru dalam penggunaan KIT IPA berbasis pendekatan saintifik (<i>scientific approach</i>) yang dapat digunakan guru untuk melakukan kegiatan percobaan dengan memanfaatkan komponen KIT IPA untuk kelas VIII SMP pada materi Fisika.
3.	Yunus Pebriyanto, Dita Monita, Neni Kurniawati, Made Dirgantara, Lasiani. (2023)	Demonstrasi Perakitan Alat Sistem Panel Surya di SMPS Golden Christian School Sebagai Upaya Memunculkan Minat Siswa dalam Pemanfaatan Energi Terbarukan	Menghasilkan produk berupa rangkaian alat sistem panel surya dan memberikan sumbangsih pemikiran kepada para peserta didik khususnya di SMPS Golden Christian School terhadap kesadaran pemanfaatan energi terbarukan khususnya dengan menggunakan panel surya.
4.	Ita Khanasta, Iriwi L.S. Sinon, Sri	Penerapan Model Pembelajaran	Mengetahui penerapan model pembelajaran

	Wahyu Widyarningsih. (2019)	Berbasis Fenomena Menggunakan Metode Demonstrasi terhadap Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Yapis Manokwari	berbasis fenomena menggunakan metode demonstrasi terhadap berpikir kritis peserta didik yang dapat digunakan untuk menumbuhkan dan mengembangkan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik dalam proses pembelajaran fisika di sekolah.
5.	Yusrina Luthfira. (2014)	Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Demonstrasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas V Materi Gaya di Mi Rhoudlotut Tholibin Malang	Menghasilkan bahan ajar berbasis demonstrasi yang bermanfaat sebagai bahan rujukan atau referensi bagi guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran IPA yang efektif dan menarik.

2.8. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini yaitu, menghasilkan produk panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik yang valid dan praktis, namun kenyataan pada kondisi *real* yaitu belum tersedianya panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor dan rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran IPA. Untuk menghasilkan kondisi ideal yaitu adanya panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor yang dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik, maka peneliti membelajarkan peserta didik dengan panduan demonstrasi yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep pembelajaran dan memandu peserta didik untuk dapat mengikuti demonstrasi dari guru dan dapat menggunakan alat peraga yang diajarkan hingga dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat distimulus melalui kegiatan demonstrasi yang memuat indikator berpikir kritis menurut (Facione, 2015). Aktivitas pertama, tahap *Introduction of concepts* yaitu menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik pada indikator *interpretation* dengan membaca dan memahami materi dasar, melatih peserta didik untuk dapat memahami dan menafsirkan materi yang diberikan sehingga dapat mengidentifikasi masalah yang akan muncul.

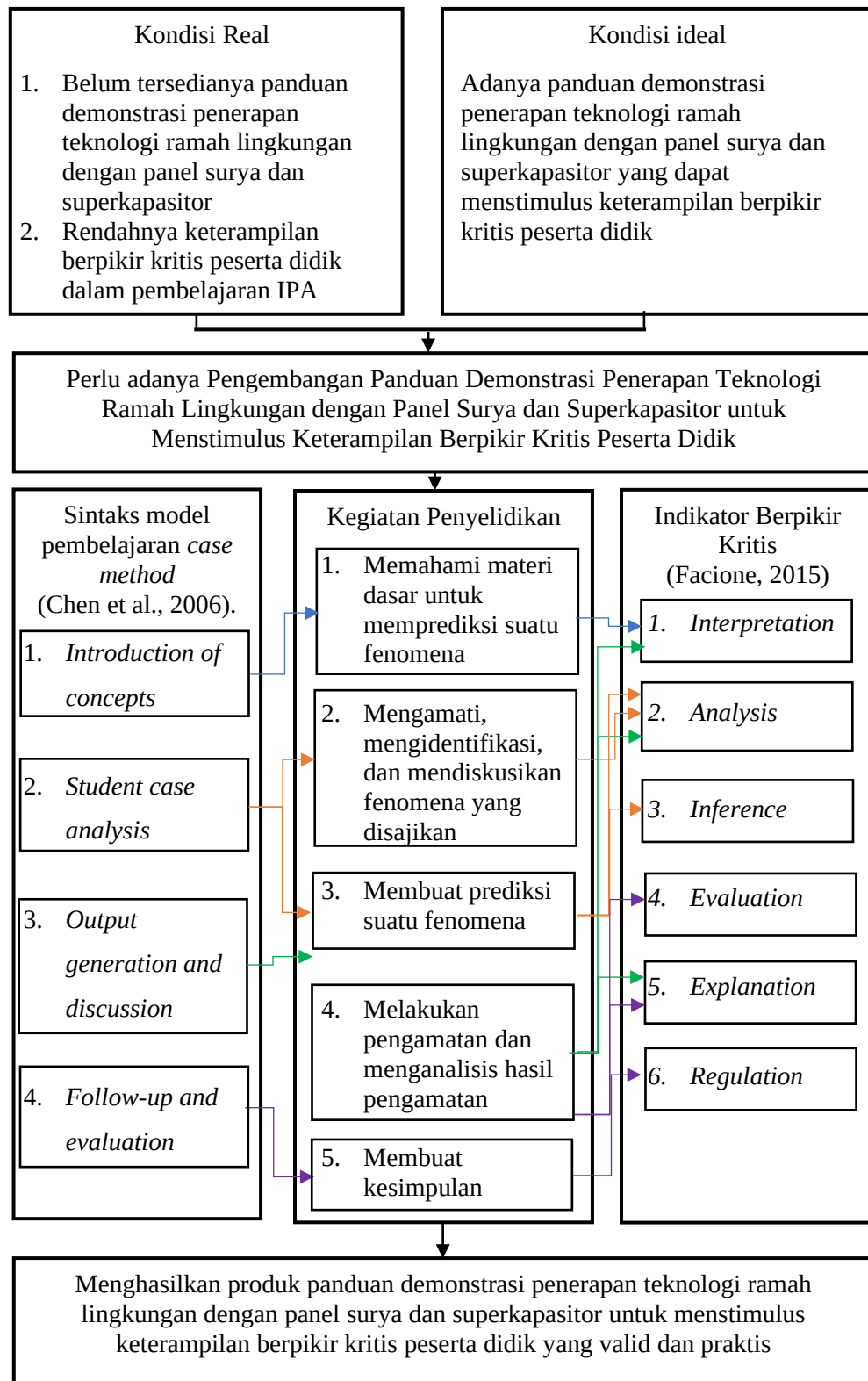
Aktivitas kedua, tahap *Student case analysis* yaitu menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik pada indikator *analysis* dimana peserta didik diminta untuk mengamati, mengidentifikasi dan mendiskusikan gambar fenomena yang disajikan secara berkelompok dengan teman sekelasnya.

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

Aktivitas keempat, tahap *Output generation and discussion* yaitu menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik pada indikator *interpretation*, *analysis*, dan *Explanation* dengan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan, melakukan tanya jawab, mengidentifikasi hubungan, mencoba, mempraktikkan dan mengungkapkan kembali dari peristiwa atau prosedur.

Aktivitas kelima, tahap *Follow-up and evaluation* yaitu menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik pada indikator *evaluation*, *explanation*, dan *self-regulation* dengan memberikan kesimpulan atau

mengevaluasi dari kegiatan yang dilalui, proses, atau prosedur yang baru saja didemonstrasikan. Peserta didik menjelaskan pernyataan maupun pendapat yang telah diungkapkan untuk menjadi sebuah pendapat yang kuat, dimana pernyataan ini disajikan dalam bentuk argument. Guru memberikan umpan balik langsung kepada peserta didik dan melakukan penilaian atau memberi nilai akhir terhadap tugas yang telah diberikan. Berdasarkan uraian aktivitas, disajikan diagram untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kerangka pemikiran pada penelitian pengembangan, disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1. *Design* Penelitian

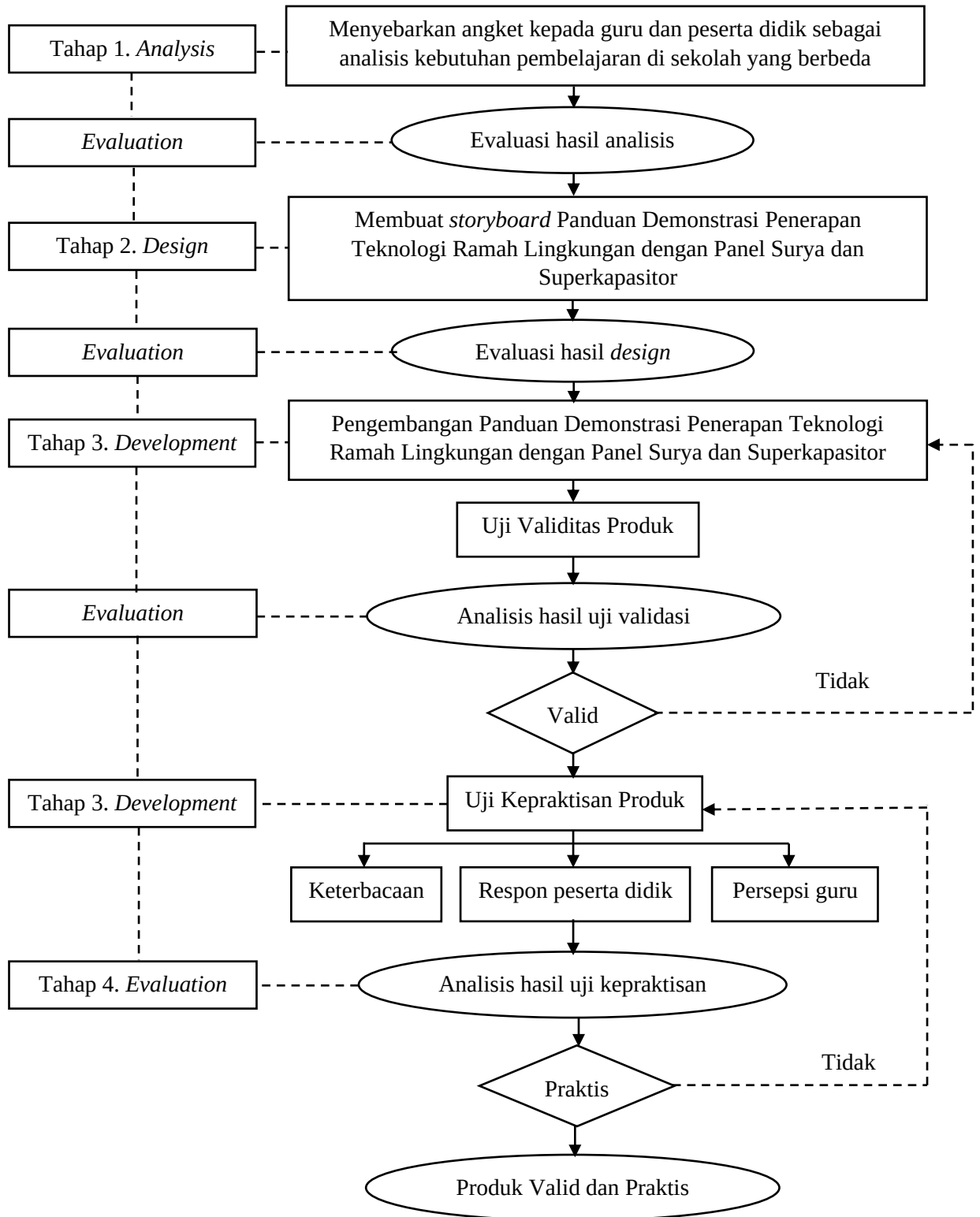
Penelitian pengembangan yang dimaksud yaitu mengembangkan produk media pembelajaran berupa panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan *Design and Development Research* (DDR) yang dikembangkan oleh Richey and Klein (2007) dengan empat tahap, yaitu *analysis* (analisis), *design* (Perencanaan), *development* (Pengembangan), dan *evaluation* (evaluasi).

Tahap *analysis* dilakukan untuk menganalisis tujuan, kebutuhan, dan lingkungan pembelajaran. Tahap *design* dilakukan dengan merancang produk yang sesuai dengan hasil analisis. Tahap *development* merupakan tahap pembuatan produk berdasarkan desain yang telah dibuat, selanjutnya produk diuji oleh para ahli dan pengguna. Tahap terakhir yaitu *evaluation* atau mengevaluasi produk berdasarkan saran dan masukan dari para ahli. Menurut Richey and Klein (2007), penelitian pengembangan adalah sebuah kajian yang terstruktur dengan baik mengenai langkah-langkah perancangan, pengembangan, dan evaluasi.

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 demonstrasi yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Prosedur pengembangan panduan demonstrasi

3.2.1. *Analysis*

Tahap Analisis ini berisi kegiatan perencanaan terhadap suatu produk yang dibuat untuk tujuan tertentu. Pada tahap ini peneliti memutuskan produk apa yang dikembangkan pada penelitian ini dengan melihat masalah dan kebutuhan yang diperlukan di lapangan dengan melakukan kegiatan observasi yang dilakukan di dua sekolah yaitu, SMP Negeri 35 Bandar Lampung dan SMP Negeri 14 Bandar Lampung. Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan angket melalui google form kepada guru dan peserta didik. Setelah dilakukan penyebaran angket, didapatkan data bahwa belum diadakannya kegiatan pembelajaran dengan menggunakan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor. Diketahui juga dari hasil angket dan persepsi guru menyatakan bahwa pembelajaran yang dilaksanakan selama ini belum menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil analisis kebutuhan ini dijadikan sebagai landasan dalam penyusunan latar belakang masalah.

Oleh karena itu, dikembangkan sebuah panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik dan selanjutnya dilakukan perancangan produk.

3.2.2. *Design*

Tahap *Design* ini berisi kegiatan perancangan produk (*product design*) yaitu merancang kerangka panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor. Perancangan pada tahap design ini dilakukan sembari mengumpulkan referensi untuk membuat panduan

demonstrasi dan alat peraga, serta dilanjutkan dengan pembuatan instrumen berupa angket uji validasi, dan uji kepraktisan. Panduan demonstrasi yang dikembangkan untuk mendukung kegiatan pembelajaran dengan bantuan alat peraga diharapkan dapat membantu guru dan peserta didik dalam mengoptimalkan kegiatan pembelajaran dengan mengadakan inovasi pembelajaran yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran. Produk dibuat berdasarkan indikator berpikir kritis oleh Facione (2015). Desain panduan demonstrasi yang dikembangkan dapat dilihat pada *storyboard* Tabel 3.

Tabel 3. *Storyboard* Panduan Demonstrasi

Bagian		Deskripsi
Awal	Sampul depan	Berisi Judul, identitas penyusun, cover dengan tema penerapan teknologi ramah lingkungan
	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
	Petunjuk penggunaan	Berisi panduan penggunaan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan
	Standar isi	Berisi kompetensi inti, kompetensi dasar, dan tujuan pembelajaran yang dicapai oleh peserta didik
Isi	Dasar teori	Berisi materi pembelajaran singkat mengenai teknologi ramah lingkungan
	Panduan demonstrasi	Berisi panduan kegiatan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan komponen utama panel surya dan superkapasitor
	Aktivitas peserta didik	Berisi aktivitas pengamatan yang dilakukan oleh peserta didik
Penutup	Kesimpulan dan Evaluasi diri	Berisi kesimpulan demonstrasi dari penggunaan sistem panel surya serta evaluasi diri peserta didik
	Daftar Pustaka	Berisi rujukan pembuatan panduan demonstrasi

Glosarium	Berisi kata-kata sulit dalam panduan demonstrasi
Sampul belakang	Sampul penutup berisikan biografi tokoh fisika

3.2.3. *Development*

Pada tahap ini berisi kegiatan pembuatan produk (*product development*). Rancangan *design* yang telah disusun sebelumnya diimplementasikan menjadi sebuah produk. Produk yang dibuat dalam penelitian ini yaitu panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor. Setelah produk berhasil dan telah selesai dibuat, maka selanjutnya dilakukan pengujian oleh para ahli dan peserta didik. Produk yang telah dikembangkan divalidasi oleh validator yang terdiri atas dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru IPA.

Validator melakukan validasi produk dengan angket uji media dan desain, angket uji materi dan konstruk. Produk yang telah dinyatakan valid selanjutnya dilakukan uji kepraktisan dengan angket uji keterbacaan, angket uji persepsi guru, dan angket uji respon peserta didik kepada kelompok kecil untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik dan mengetahui persepsi guru apakah panduan demonstrasi yang digunakan dapat bermanfaat dalam pembelajaran IPA dalam Kurikulum 2013 dan mengetahui respon peserta didik mengenai hal yang didapat setelah menggunakan panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan.

3.2.4. Evaluation

Evaluasi adalah suatu kegiatan penilaian terhadap suatu media atau produk yang dilakukan oleh para ahli di bidangnya. Evaluasi dilakukan pada setiap tahapan pengembangan panduan demonstrasi 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 validasi dan uji kepraktisan produk. Uji validasi memuat daftar pertanyaan yang diberikan kepada responden yaitu dosen ahli dan guru IPA SMP untuk mengetahui tingkat kelayakan panduan demonstrasi. Angket uji validasi diadaptasi dari Rahmadi dkk., (2021) yaitu uji media, desain, materi, dan konstruk dengan sistem penskoran 1-4 yaitu: tidak baik, kurang baik, baik, dan sangat baik. Uji kepraktisan produk diberikan kepada kelompok kecil peserta didik dan guru IPA SMP untuk mengetahui pendapat peserta didik dan guru terhadap panduan demonstrasi yang dikembangkan. Angket uji kepraktisan terdiri dari uji keterbacaan, persepsi guru, dan respon peserta didik dengan sistem penskoran yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurens (2011), yaitu: tidak baik, kurang baik, baik, dan sangat baik.

3.3.1. Angket Validasi Produk

Angket ini bertujuan untuk dapat mengetahui tingkat kevalidan panduan demonstrasi sehingga dapat memberikan informasi bahwa panduan demonstrasi valid atau tidak digunakan sebagai

panduan guru dalam kegiatan pembelajaran. Angket uji validasi yang diadaptasi dari Rahmadi dkk., (2021) yaitu uji materi, ilustrasi, kualitas, tampilan media, daya tarik, ketersediaan alat dan bahan. Sistem penskoran menggunakan skala *Likert* yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurent (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. 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

(Ratumanan dan Laurens, (2011))

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 demonstrasi. Angket persepsi guru digunakan untuk mengetahui apakah panduan demonstrasi yang dikembangkan dapat memungkinkan digunakan dalam pembelajaran IPA topik teknologi ramah lingkungan di kurikulum 2013. Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik dan hal yang didapat setelah menggunakan panduan demonstrasi. Skala *Likert* digunakan sebagai sistem penskoran yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurens (2011) dengan empat pilihan yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. 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

(Ratumanan dan Laurens, (2011))

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian pengembangan ini yaitu menggunakan angket. Menurut (Sugiyono, 2016) angket merupakan suatu teknik mengumpulkan data dengan memberikan beberapa pertanyaan maupun pernyataan kepada responden untuk dijawab. Pada penelitian pengembangan ini angket digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam mengembangkan panduan demonstrasi. 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 kualitas desain produk. Uji validasi materi dan konstruk untuk menguji isi materi dan aspek pembelajaran panduan demonstrasi yang dikembangkan. Pengisian angket dilakukan dengan cara mengisi kolom tabel yang telah disediakan sesuai dengan aspek penilaian yang diberikan. Hasil pengisian angket oleh para ahli dan guru digunakan peneliti sebagai

dasar dalam memperbaiki panduan demonstrasi yang telah divalidasi, sehingga panduan demonstrasi 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 6.

Tabel 6. Teknik Analisis Data

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
Validitas	Angket uji media dan desain	Dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung	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 IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung	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	Satu guru IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung	a. Membuat rekapitulasi penilaian uji keterbacaan produk

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
		dan kelompok kecil peserta didik	b. Menghitung skor hasil penilaian uji keterbacaan c. Menentukan kategori keterbacaan terhadap produk
	Angket uji persepsi guru	Dua guru IPA SMP Negeri 35 Bandar Lampung	a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji persepsi b. Menghitung skor hasil penilaian uji persepsi c. Menentukan kategori persepsi
	Angket uji respon peserta didik	Peserta didik yang telah menggunakan panduan demonstrasi	Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji respon peserta didik Menghitung skor hasil penilaian uji respon peserta didik 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 7.

Tabel 7. 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

(Ratumanan dan Laurens, (2011))

3.5.2. Analisis Data Uji Kepraktisan

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

$$\%p = \frac{\Sigma \text{Skor yang didapat}}{\Sigma \text{Total}} \times 100\%$$

Hasil skor (p) yang diperoleh dikonversi sehingga mendapatkan kualitas dari produk. Pengkonversian skor diadaptasi dari Arikunto (2011) yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Konversi Skor Kepraktisan

Presentase	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

Arikunto (2011)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan hasil dan pembahasan yaitu:

- a. Panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik (untuk guru) dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata sebesar 3,74 dan Panduan demonstrasi demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik (untuk peserta didik) dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata sebesar 3,74 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 demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik (untuk guru) dinyatakan sangat praktis dengan skor rata-rata sebesar 91,25% berdasarkan uji keterbacaan, dan uji persepsi guru. Panduan demonstrasi penerapan teknologi ramah lingkungan dengan panel surya dan superkapasitor untuk menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik (untuk peserta didik) dinyatakan sangat praktis dengan skor rata-rata sebesar

92,75% berdasarkan uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan yang telah didapatkan, saran yang dapat diberikan adalah disarankan melakukan penelitian tambahan terhadap produk yang dikembangkan ini, yaitu penelitian untuk mengukur hasil belajar peserta didik atau efektifitas dari bahan ajar ini sehingga memenuhi kriteria produk berkualitas baik, yaitu valid, praktis, dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvonco, J. 2013. *The Way of Thinking*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Asnawi, R., Arifin, Z., & Nurhadiyanto, D. 2017. *Uji Unjuk Kerja Superkapasitor Sebagai Media Penyimpan Energi Listrik Guna Mendukung Pengembangan Home Energy System dan Media Pembelajaran Energi Terbarukan*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arifah, I., Maftukhin, A., & Fatmaryanti, S. D., 2014. Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Berbasis Guided Inquiry untuk Mengoptimalkan Hands on Mahasiswa Semester II Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo Tahun Akademik 2013/2014. *Jurnal Kependidikan*. 5(1), 24-35.
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta. 413 hlm.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 192 hlm.
- Arsyad, A. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Atmadja, Anantawikrama T., dan K. Adi Kurniawan Saputra. 2015. *The Effect of Total Quality Management, Emotional Intelligence, Critical Sociology, Creativity and Mentality of Education Accounting. International Research Journal of Finance and Economics. Issue 139*, 47-61.
- Andayani, E., Mustikowati, R. I., Setiyowati, S. W., & Firdaus, R. M. 2022. Case Method: Mengoptimalkan Critical Thinking, Creativity Communication Skills dan Collaboratively Mahasiswa Sesuai MBKM di Era Abad 21. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan IPS*, 16(1), 52-60.
- Balcioglu, H., El-Shimy, M., Soyer, K. 2017. *Renewable Energy – Background, Economics of Variable Renewable Sources for Electrical Power Production*, Germany: Lambert Academic Publishing.

- Chen, C. C., Shang, R. A., & Harris, A. 2006. The Efficacy of Case Method Teaching in an Online Asynchronous Learning Environment. *Idea Group Publishing*, 4(2), 72-86.
- Dewi, L. L. 2017. *Pengembangan Panduan Demonstrasi Fenomena Kelistrikan Akibat Perbedaan Temperatur Pasangan Kawat Tembaga dan Seng yang Menimbulkan Arus*. (Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung: Bandar Lampung).
- Facione, P. A. 2015. *Critical Thinking: What It is and Why It Counts*. Millbrae: Measured Reasons and The California Academic Press. 29 p.
- Fahad, A., Soyata, T., Wang, T., Sharma, G., Heinzelman, W., and Shen, K. 2012. SOLARCAP: Super Capacitor Buffering of Solar Energy for Self-Sustainable Field System,. SOC Conference (SOCC), IEE International. 236-241
- Fitriyanti Mayasari, F. A. 2022. Pengenalan Panel Surya sebagai Salah Satu Sumber Energi Terbarukan untuk Pembelajaran di SMA Negeri 1 Takalar. *Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat*. 5(2), 147-159.
- Fathurrohman, P., & Sutikno, M. S. 2011. *Strategi Belajar Mengajar Melalui Penanaman Konsep Umum dan Konsep Islam*. Bandung: Refika Aditama.
- Fauzi, A., Ermiana, I., Rosyidah, A. N., & Sobri, M. 2022. Implementasi Case Method (Pembelajaran Berbasis Pemecahan Kasus) Ditinjau dari Kemampuan Kolaboratif Mahasiswa. *Jurnal Eduscience*, 9(3), 809-817.
- Fauzi, A., Ermiana, I., Rosyidah, A. N., & Sobri, M. 2022. Implementasi Case Method (Pembelajaran Berbasis Pemecahan Kasus) Ditinjau dari Kemampuan Kolaboratif Mahasiswa. *Jurnal Eduscience*, 9(3), 809-817.
- 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.
- Gesy, S. S., Basuki, A., Churiyah, M., & Agustina, Y. (2022). Meningkatkan berpikir kritis melalui media pembelajaran google site model case based learning. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan (JEBP)*, 2(2), 188-201.

- Haury, D. L. 2002. *Fundamental Skills in Science: Observation*. Columbus:ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education.
- Hartati, B. 2010. Pengembangan Alat Peraga Gaya Gesek untuk Meningkatkan Keterampilan berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6(2), 128-132.
- Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. 2017. *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa*. PT Refika Aditama.
- Hidayat, J., & Seprianto. 2020. Efektivitas Model Pembelajaran *Discovery learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Koloid. *Katalis Jurnal Penelitian Kimia dan Pendidikan Kimia*. 3, No.1 e-ISSN 2721-9038 p-ISSN 2721-902X.
- Huda, M. 2013. *Model-Model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- 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.
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. 2017. Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(1), 35-42.
- Khanasta, I., Sinon, I. L., & Widyaningsih, S. W. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena Menggunakan Metode Demonstrasi terhadap Berpikir Kritis Peserta Didik Kelsa XI IPA SMA Yapis Manokwari. *Jurnal Ilmu Kependidikan*, 14(3), 14-27.
- Kustandi, C. 2011. *Media Pembelajaran Manua dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Lumbangaol, P. H. 2007. Energi Terbarukan Untuk Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. *Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen*, 1(4), 1-14.
- Luthfira, Y. 2014. *Pengembangan Panduan Demonstrasi Fenomena Kelistrikan Akibat Perbedaan Temperatur Pasangan Kawat Tembaga dan Seng yang Menimbulkan Arus*. Skripsi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang).

- Maslakhatunni'mah, D., Safitri, L. B., & Agnafia, D. N. 2016. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran IPA Siswa Kelas VII SMP. *Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 179-185.
- Mustopa, A. R. 2023. *Pengembangan Panduan Praktikum Digital Menganalisis Besaran-Besaran Fisis pada Baterai Sekunder untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik*. (Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung: Bandar Lampung).
- Mulyasa, E. 2009. *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: Remaja Rosdakarya. 232 hlm.
- Makmur Saini, M. R. 2022. Analisis Kinerja Pemasangan Baterai Lithium Ion dan Ultra. *Sinergi*. 20(2): 233-239.
- Melati, T. 2017. *Pengembangan Buku Panduan Guru dalam Menggunakan KIT IPA SMP Berbasis Scientific Approach*. (Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung: Bandar Lampung).
- Nuryati, L., Zubaidah, S., Diantoro, M. 2018. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan*, 3(2), 155-158.
- Nurfajriansyah, R. 2018. *Perancangan Portable Powerbank Berbasis Panel Surya Sebagai Multipurpose Reserve Power Generation (MRPG)*. Skripsi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Nursulistyo, E. D., Siswandari, S., & Jaryanto, J. 2021. Model Team-Based Learning dan Model Problem-Based Learning Secara Daring Berpengaruh terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Mimbar Ilmu*, 26(1), 128.
- Nugroho, M. R. 2011. *Rancang Bangun Sistem Sumber Daya Tag Aktif Rfid Berbasis Tenaga Surya dengan Superkapasitor sebagai media Penyimpan Energi*. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia: Depok,
- Padila, M. 1990. The Science Process Skills. Research Matters-to The Science Teacher. ERIC: *Education Resources Information Center*. 9004.
- Patmasari, Raulina., Sutarman., dan Winarto. 2017. Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan keterampilan Proses Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 2(1), 1-9.

- Pebriyanto, Y., Monita, D., Kurniawati, N., Dirgantara, M., & Lasiani. 2023. Demonstrasi Perakitan Alat Sistem Panel Surya di SMPS Golden Christian School Sebagai Upaya Memunculkan Minat Siswa dalam Pemanfaatan Energi Terbarukan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(8), 5733-5740.
- Peole, Agreistin E., Agustina, V M., & Alibasyah, L. 2015. Meningkatkan Hasil Belajar Melalui Metode Demonstrasi pada Pembelajaran IPA di Kelas V SDN Taopa Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal Pengajaran*. 4(6), 50-61.
- Perlin, John. 1999. *From Space to Earth (The Story of Solar Electricity)*. Harvard University Press. ISBN 0-674-01013-2.
- Putra, A. R. 2015. *Pengaruh Penggunaan Metode Pembelajaran Demonstrasi terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Diklat Transmisi Kelas XI Program Keahlian Teknik Kendaraan Ringan SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta*. (Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta).
- Rahmadi, D., Herlina, K., Maulina, H., & Andra, D. 2021. Pengembangan Alat 102 Peraga Elektroliser Sederhana Sebagai Media Pembelajaran Hukum I Termodinamika. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8(1), 38-51.
- Ratumanan, T.G., & Laurens, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press. 207 hlm.
- Roestiyah. 2008. *Metode Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Riyanto, A. 2014. Superkapasitor Sebagai Piranti Penyimpan Energi Listrik Masa Depan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 3(2).
- Richey, R. T., & Klein, J. D. 2007. *Design and Development Research*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 14 p.
- Sagala, S. 2011. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Sanjaya, L. A., Budi, A. S., & Astra, I. M. 2016. Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JournalL)*. 5, SNF2016-RND.
- Santhiarsa, N. N., dan Kusuma, B. W., 2005. *Kajian Surya untuk Pembangkit Tenaga Listrik*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Udayana. Bali.

- Saputra, K. A. K., Koswara, A. T. M. K., & Atmadja, A. T. 2017. Pengaruh Penerapan Metode Case-Based Learning dan Motivasi Terhadap Pemahaman Akuntansi Forensik Dengan Kecerdasan Emosional Sebagai Variabel Pemoderasi. *Simposium Nasional Akuntansi XX, Universitas Jember*.
- Silvia Sella Gesy, A. B. 2023. Meningkatkan Berpikir Kritis Melalui Media Pembelajaran Google Site Model Case Based Learning. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan pendidikan*. 2(2), 188-201.
- Syaefudin, E. A., Kholil, A., Wulandari, D. A., Avianti, R. A., & Walujo, D. 2022. Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Media Pembelajaran di SMPN 3 Terisi Indramayu. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), SNPPM2022ST-246.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito. 508 hlm.
- Sudijono, A. 1996. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 488 hlm.
- Suparman, A. R. 2018. Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kritis Mahasiswa dengan Metode Demonstrasi Melalui Implementasi Lesson Study. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*. 9(2).
- Sunardi, & Hasanuddin. 2019. Pengembangan Employability Skill Mahasiswa Vokasi Melalui Pembelajaran Stem-Project Based Learning. *SemanTECH*, 3(4), 210–217.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta. 712 hlm.
- Susanti, M. 2015. Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Matematika Sekolah. Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika. FMIPA UNY. 585-590.
- Suardana I N, Redhana I W, & Yunitasari N P M. 2020. Students' critical thinking skills comparison in discovery learning based on constructing concept mapping and mind mapping. *Journal of Physics: Conference Series* 1521.
- Sutarno, M. 2013. *Sumber Daya Energi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Snyder, L. G., & Snyder M. J. 2018. Teaching Critical Thinking and Problem Solving Skills. *Spring/Summer*.
- Utomo, A. P. Y. 2008. *Pengembangan buku panduan menulis laporan dengan pendekatan kontekstual bagi siswa Kelas VIII SMP*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Wiradi. 2006. *Analisis Sosial*. Bandung: Yayasan AKATIGA. 929 hlm.
- Wisnugroho, S., Widyanto, S. W., Ma'muri, & Agus, M. (2018). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Stasiun Radar Pantai di Bukit Tindoi, Kabupaten Wakatobi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1-11.