

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM RANGKAIAN BATERAI
SEKUNDER UNTUK LAMPU PENERANGAN GUNA
MENSTIMULUS KETERAMPILAN
PROSES SAINS SISWA**

(Skripsi)

Oleh

**ANIS TASYANI
NPM 1913022008**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM RANGKAIAN BATERAI SEKUNDER UNTUK LAMPU PENERANGAN GUNA MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA

Oleh

Anis Tasyani

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi Listrik Arus Searah (DC) di sekolah, serta untuk menstimulus keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Design & Development Research (DDR)* yang terdiri dari 4 tahap yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Sebelum digunakan dalam pembelajaran, alat praktikum ini terlebih dahulu dilakukan uji validasi dan uji kepraktisan alat. Pada uji kepraktisan alat dilakukan melalui uji keterlaksanaan, uji persepsi guru, uji respon siswa dan observasi keterampilan proses sains siswa. Hasil uji validasi terhadap alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang dilakukan oleh para ahli memperoleh presentase rata-rata skor sebesar 3,73 dengan kategori sangat valid. Hasil uji kepraktisan yang diperoleh dengan mengujikan alat praktikum rangkaian baterai sekunder terhadap 10 siswa dan guru fisika di SMAN 15 Bandar Lampung, memperoleh persentase rata-rata skor sebesar 84% dengan kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil uji validasi dan uji kepraktisan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang dikembangkan sangat valid dan sangat praktis digunakan dalam pembelajaran Listrik Arus Searah (DC) sehingga dapat menstimulus keterampilan proses sains siswa.

Kata kunci: Alat praktikum, Baterai Sekunder, Keterampilan Proses Sains, Listrik Arus Searah (DC).

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM RANGKAIAN BATERAI
SEKUNDER UNTUK LAMPU PENERANGAN GUNA
MENSTIMULUS KETERAMPILAN
PROSES SAINS SISWA**

Oleh

ANIS TASYANI

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
BANDARLAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM RANGKAIAN BATERAI SEKUNDER UNTUK LAMPU PENERANGAN GUNA MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA**

Nama Mahasiswa : **Anis Jasyani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913022008**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. Komisi Pembimbing

Drs. Eko Suyanto, M.Pd.
NIP 196403101991121001

Novinta Nurulsari, S.Pd., M.Pd.
NIK 231804931117201

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 196003011985031003

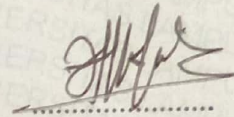
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

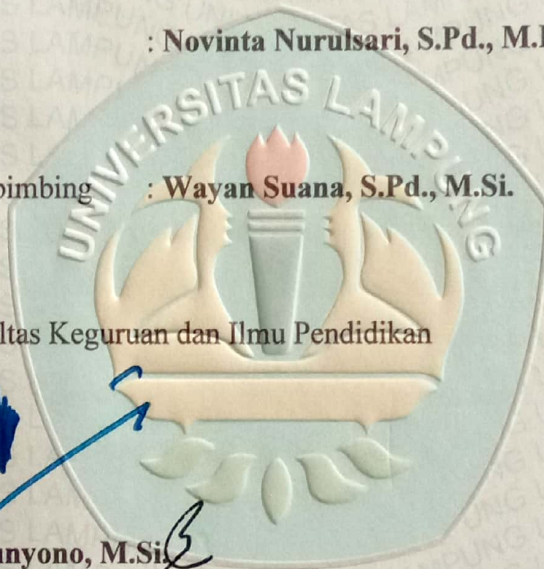
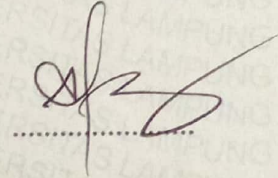
Ketua : **Drs. Eko Suyanto, M.Pd.**



Sekretaris : **Novinta Nurulsari, S.Pd., M.Pd.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Wayan Suana, S.Pd., M.Si.**



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP 196512301991111001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **20 Juni 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Anis Tasyani
NPM : 1913022008
Fakultas / Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Sukadana Baru, Kecamatan Marga Tiga, Kabupaten
Lampung Timur

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 oranglain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Pondar Lampung, 20 Juni 2023



Anis Tasyani
NPM 1913022008

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap Anis Tasyani, peneliti dilahirkan di Tanjung Harapan, pada tanggal 23 April 2001, anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Rubianto dan Ibu Adin Widiarsih.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK PGRI 1 Sukadana Baru diselesaikan pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Sukadana Baru dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya pada tahun 2013, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Sekampung dan lulus pada tahun 2016. Kemudian peneliti melanjutkan Pendidikan di MA Negeri 1 Metro yang diselesaikan pada tahun 2019. Pada tahun yang sama peneliti diterima sebagai mahasiswi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung.

Pengalaman pengabdian yang pernah dilakukan yaitu, pada bulan Agustus – Februari 2021 penulis mengikuti Program Kredensial Mikro Mahasiswa Indonesia (KMMI) di Universitas Amikom Yogyakarta. Pada bulan Oktober sampai dengan November 2021 mengikuti Program Asistensi Mengajar di SMA Kebangsaan, Lampung Selatan. Pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2022 mengikuti Program Kampus Mengajar di SMP Negeri 18 Bandar Lampung.

Selama menempuh pendidikan di Pendidikan Fisika Universitas Lampung, penulis pernah menjadi Anggota Divisi Kominfo Almafika 2018-2019. Pada tahun 2019 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan Program Pengalaman Lapangan (PPL) di desa Gunung Agung, Kabupaten Lampung Timur.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S . Al-Insyirah: 5)

*“Apapun rintangannya jalani saja, jangan takut dan jangan berhenti
sampai kamu memperoleh apa yang kamu inginkan.”*

(Anis Tasyani)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *shalallahu 'alaihi wasallam*. Dengan kerendahan hati, peneliti mempersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Orang tua, Ibu Adin Widiarsih dan Bapak Rubianto yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendoakan, serta mendukung segala bentuk perjuangan anaknya. Semoga Allah senantiasa menguatkan langkah untuk selalu membahagiakan dan membanggakan kalian.
2. Kakak kandung, Abyan Mubarak yang telah memberikan doa dan semangatnya untuk segala perjuangan.
3. Keluarga yang telah membantu mba ari, om tarno dan om jurik
4. Para pendidik yang senantiasa memberikan didikan dan bimbingan terbaik dengan tulus dan ikhlas.
5. Sahabat seperjuangan di kampus Indah Ardita Puteri, Nadiyah Daman Saputri, Egi Dia Ekayani, Dela Mandasari, Rizqi Marya Ulfah, Syahnaz Gustianne Dwindi, Fathonah Nadia, M. Bachri Maulana, Alfath Akbar, Putpita Sari, Lathifah Rhihadhatul Aini, Miftahul Jannah.
6. Kak Fathoni Ahmad yang sudah membantu menjawab beberapa pertanyaan terkait penyusunan skripsi.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan sigma F 2019 dan rekan Kampus Mengajar Angkatan 4 di SMP N 18 Bandar Lampung
8. Seluruh teman-teman PPL dan KKN di desa Gunung Agung, Lampung Timur

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Lampung.

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

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Udang Rosidin., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
5. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik sekaligus pembimbing I atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Novinta Nurulsari, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku pembahas yang selalu memberikan bimbingan dan saran atas perbaikan skripsi ini.
8. Bapak Joko Purwanto, S.Pd., di SMA Negeri 13 Bandar Lampung, selaku validator produk yang telah memberikan bimbingan dan saran terhadap perbaikan produk yang dikembangkan.

9. Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung.
10. Kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berdoa semoga atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat. Amin.

Bandar Lampung, 20 Juni 2023
Penulis,



Anis Tasyani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat Penelitian	7
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Teori	10
2.1.1. Media Pembelajaran.....	10
2.1.2. Alat Praktikum	12
2.1.3. Keterampilan Proses Sains.....	14
2.1.4. Baterai Sekunder	17
2.1.5. Lampu Penerangan.....	34
2.1.6. Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing.....	35
2.2. Penelitian Relevan.....	38
2.3. Kerangka Pemikiran.....	39
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Desain Penelitian Pengembangan	42
3.2. Prosedur Penelitian Pengembangan	42
3.3. Instrumen Penelitian.....	50
3.4. Teknik Analisis Data.....	54
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil.....	57
4.1.1. Hasil Uji Coba Produk	57

4.1.2. <i>Analysis</i>	62
4.1.3. <i>Design</i>	63
4.1.4. <i>Development</i>	64
4.1.5. <i>Evaluation</i>	73
4.2. Pembahasan	74
4.2.1. Karakteristik Produk	74
4.2.2. Kevalidan Produk.....	76
4.2.3. Kepraktisan Produk.....	80
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan.....	96
5.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	105

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis media dan contohnya.....	11
2. Pengelompokan Keterampilan Proses Sains	15
3. Indikator Keterampilan Proses Sains Terintegrasi	16
4. Potensial Standar	21
5. Langkah-Langkah Model Pembelajaran Inkuiri	36
6. Penelitian Relevan.....	38
7. Skala <i>Likert</i> pada Angket Uji Validasi.....	51
8. Skala <i>Likert</i> Angket Uji Keterlaksanaan.....	52
9. Skala <i>Likert</i> pada Angket Persepsi Guru.....	52
10. Skala <i>Likert</i> pada Angket Respon Siswa	53
11. Skala <i>Likert</i> pada Angket Observasi Keterampilan Proses Sains	53
12. Konversi Skor Penilaian Uji Validasi	54
13. Konversi Skor Penilaian Uji Keterlaksanaan	55
14. Klasifikasi Tingkat Pencapaian Hasil Belajar Kognitif	56
15. Hasil Pengukuran Tegangan Listrik.....	58
16. Hasil Pengukuran Hambatan Dalam	58
17. Hasil Pengukuran Arus Listrik.....	59
18. Hasil Pengukuran Daya Listrik	59
19. Hasil Uji Ahli pada Aspek Materi.....	66

20. Hasil Uji Ahli pada Aspek Ilustrasi.....	66
21. Hasil Uji Ahli pada Aspek Kualitas dan Tampilan Media.....	67
22. Hasil Uji Ahli pada Aspek Daya Tarik	67
23. Hasil Uji Ahli pada Aspek Ketersediaan Alat dan Bahan.....	67
24. Saran Perbaikan dari Validator	68
25. Hasil Uji pada Aspek Kemenarikan	69
26. Hasil Uji Aspek Kemudahan dan Kepraktisan Penggunaan	70
27. Hasil Uji pada Aspek Keberfungsian	70
28. Hasil Respon Siswa.....	71
29. Hasil Persepsi Guru	71
30. Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa.....	72
31. Hasil Pengamatan Indikator Keterampilan Proses Sains Siswa.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rangkaian sel volta melalui reaksi redoks spontan.....	20
2. Arus Percabangan pada Kawat.....	27
3. Muatan Listrik pada Lintasan Tertutup.....	27
4. Rangkaian Pembagi Tegangan.....	30
5. Rangkaian Baterai yang disusun Secara Seri.....	32
6. Rangkaian Baterai yang disusun Secara Paralel.....	33
7. Bagan Kerangka Pemikiran.....	41
8. Diagram Alur Penelitian.....	43
9. Desain Alat Praktikum.....	44
10. Hasil Percobaan 1 Hubungan Tegangan dan Arus Listrik.....	61
11. Hasil Percobaan 2 Hubungan Tegangan dan Arus Listrik.....	61
12. Hasil Percobaan 1 Hubungan Daya dan Arus Listrik.....	61
13. Hasil Percobaan 2 Hubungan Daya dan Arus Listrik.....	62
14. Desain Alat Praktikum.....	64
15. Alat Praktikum Baterai Sekunder sebelum dirangkai.....	65
16. Nyala lampu 5 baterai sekunder yang dirangkai seri.....	65
17. Nyala lampu 7 baterai sekunder yang dirangkai seri.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Instrumen Analisis Kebutuhan	106
2. Lembar Transkrip Hasil Analisis Kebutuhan	128
3. Lembar Instrumen Validasi Alat	143
4. Hasil Uji Validasi	145
5. Lembar Instrumen Keterlaksanaan	147
6. Lembar Instrumen Respon Siswa	149
7. Lembar Instrumen Persepsi Guru	152
8. Lembar Instrumen Observasi Keterampilan Proses Sains	155
9. Hasil Uji Keterlaksanaan	160
10. Hasil Uji Respon Siswa	163
11. Hasil Uji Persepsi Guru	164
12. Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains	165
13. Foto kegiatan	166
14. Panduan Praktikum dan Hasil Uji Coba Alat	168

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi dimasa mendatang menarik perhatian semua negara, dikarenakan kesejahteraan manusia di kehidupan modern berkaitan erat dengan jumlah dan kualitas energi yang digunakan (Hasan dkk, 2012). Konsumsi energi mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan populasi masyarakat. Kebutuhan penggunaan energi dunia berbanding terbalik dengan ketersediaan fosil, minyak bumi, gas dan batu bara di bumi yang semakin menipis serta harganya yang terus meningkat (Amalia dkk, 2022). Energi memberikan dampak positif terhadap berbagai aktivitas manusia. Ketersediaan energi sangat diperlukan dalam mendukung setiap aktivitas manusia, salah satunya ketersediaan energi listrik (Giancoli, 1998 : 53).

Energi listrik sangat dibutuhkan bagi masyarakat modern saat ini. Seiring dengan kemajuan teknologi, peningkatan kebutuhan energi listrik tidak saja dipengaruhi oleh banyaknya penduduk di suatu wilayah tetapi juga faktor aktifitas ekonomi penduduk yang terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Rajagukguk *et al.*, 2015). Banyaknya jumlah penduduk di Indonesia mendorong peningkatan kebutuhan listrik dalam kurun waktu 10 tahun (2003-2013) dari 90 terawatt-hours (TWh) menjadi 190 TWh. Upaya untuk menekan angka kebutuhan listrik di Indonesia dilakukan melalui pemadaman listrik. Sebagian besar daerah pelosok harus mengalami pemadaman listrik setiap 2 atau 3 hari sekali. Selain itu, untuk memperpendek waktu pemadaman, masyarakat harus berhemat dengan mengurangi minimal dua lampu dalam kurun waktu 5 jam (Candra dkk., 2020).

Seiring dengan peningkatan kebutuhan energi listrik pada suatu wilayah maka dibutuhkan perencanaan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di waktu mendatang (Rajagukguk *et al.*, 2015). Pemanfaatan sumber energi listrik alternatif dengan menggunakan bahan yang ada di lingkungan sekitar perlu dilakukan agar persediaan energi listrik tidak cepat habis. Pembuatan baterai sekunder dapat digunakan sebagai salah satu upaya dalam penyediaan sumber energi listrik alternatif (Amalia dkk, 2022). Pembuatan baterai berkaitan dengan materi listrik arus searah (DC). Pembahasan mengenai materi listrik arus searah (DC) di dunia pendidikan tertuang dalam Permendikbud No 37 tahun 2018 kurikulum 2013 pada mata pelajaran Fisika dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.1 dan 4.1. Pembahasan kompetensi dasar (KD) 3.1 mengenai menganalisis prinsip kerja peralatan listrik searah (DC) berikut keselamatannya dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan pada kompetensi dasar (KD) 4.1 Melakukan percobaan prinsip kerja rangkaian listrik searah (DC) dengan metode ilmiah berikut presentasi hasil percobaan (Permendikbud, 2018).

Aspek *learning and innovation skills-4Cs* pada keterampilan abad ke 21 yang meliputi *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi/kerjasama), dan *creativity* (kreativitas) merupakan aspek keterampilan paling penting yang harus dikuasai siswa pada jenjang pendidikan dasar sampai menengah (Winata *et al.*, 2020). Penerapan keterampilan proses sains dibutuhkan sebagai upaya dalam menjawab tantangan pada Abad 21, dimana siswa dibiasakan untuk berfikir ilmiah, terbiasa dalam berkomunikasi, berfikir kritis dan kreatif melalui penyelesaian berbagai macam permasalahan yang disajikan pendidik dalam pembelajaran di kelas (Priyani & Nawawi, 2020). Keterampilan proses menurut Rustaman (2005: 23) diartikan sebagai keterampilan yang melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif, manual, dan sosial. Siswa menggunakan keterampilan kognitif dalam melakukan keterampilan proses. Keterampilan manual terlihat pada saat menggunakan alat dan bahan, pengukuran, dan perakitan alat. Keterampilan sosial terlihat pada interaksi antar siswa. Penerapan keterampilan proses sains pada diri siswa penting untuk dilakukan, dikarenakan masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami

petunjuk praktikum, kurang teliti ketika mengamati dan menyelesaikan permasalahan. Banyak siswa yang hanya memiliki pengetahuan tentang suatu konsep, tanpa mengetahui cara menemukan konsep maupun mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya (Sastria *et al.*, 2018). Keterampilan proses sains perlu diterapkan pada diri siswa untuk mengembangkan pemahaman dan kemampuan dalam memanfaatkan maupun mengidentifikasi bukti sains untuk memecahkan masalah dan mengambil keputusan (Hasanah & Utami, 2017).

Manfaat penerapan keterampilan proses sains dalam pembelajaran yaitu membantu siswa belajar mengembangkan pikirannya, memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan penemuan dan meningkatkan daya ingat. Manfaat lain dalam pembelajaran yaitu memberikan kepuasan intrinsik kepada siswa ketika telah berhasil melakukan sesuatu dan membantu siswa mempelajari konsep-konsep sains (Devi, 2010: 29). Keterampilan proses sains memungkinkan siswa untuk menggambarkan objek dan peristiwa, mengajukan pertanyaan, membangun pengetahuan, mencoba pengetahuan mereka terhadap pengetahuan ilmiah dan mengkomunikasikan ide-ide mereka kepada orang lain (Abungu *et al.*, 2014).

Hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan melalui wawancara dan penyebaran angket dengan *google form* kepada guru dari tiga Sekolah Menengah Atas (SMA) yang berbeda di Provinsi Lampung, yaitu SMAN 13 Bandar Lampung, SMAN 2 Kasui dan SMAN 2 Tumijajar menunjukkan bahwa pembelajaran pada materi listrik arus searah (DC) di beberapa sekolah tersebut belum mampu menstimulus keterampilan proses sains siswa secara keseluruhan. Beberapa guru di tiga sekolah tersebut menggunakan model pembelajaran yang berbeda, yaitu model pembelajaran konvensional, *Discovery Learning* dan *Inquiry Based Learning*. Metode pembelajaran yang diterapkan di beberapa sekolah dalam membelajarkan materi listrik arus searah (DC) berupa metode ceramah, diskusi dan penyelidikan. Namun, meskipun demikian pendekatan yang digunakan masih bersifat *Teacher Center* yang artinya, aktivitas pembelajaran yang dilakukan

masih berpusat pada guru. Aktivitas siswa dalam pembelajaran lebih dominan sebagai pendengar dan pencatat meskipun beberapa kali siswa diminta untuk mencari informasi melalui internet. Selain itu, kegiatan praktikum pada materi listrik arus searah (DC) masih jarang dilakukan. Akibatnya keterampilan proses sains siswa belum dapat distimulus secara maksimal.

Keterampilan proses sains dapat diaplikasikan pada pembelajaran dengan menyusun strategi pembelajaran berbasis masalah yang dapat mendorong siswa mengamati, bertanya hingga mengembangkan produk, menerapkan metode diskusi dengan pendekatan *Student Center* dan penerapan kegiatan praktikum Devi (2010: 29). Menurut Chiappetta & Koballa (2010: 132), keterampilan proses sains (*science process skill*) dibagi menjadi dua, yaitu keterampilan proses sains dasar dan terintegrasi. Keterampilan proses sains dasar mencakup mengamati, mengklasifikasikan, menafsirkan, menggunakan alat/bahan, melakukan pengukuran, menginferensi dan memprediksi. Menurut (Aktamis & Ergin, 2008) indikator keterampilan proses sains terintegrasi meliputi merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, melakukan pengujian yang adil, mengumpulkan data (pengamatan dan pengukuran), menyajikan data (dalam bentuk tabel maupun grafik), dan menjelaskan hasil.

Keterampilan proses dapat dikembangkan dengan memberikan pengalaman langsung kepada siswa melalui kegiatan praktikum atau eksperimen. Kegiatan ini mendorong siswa melakukan pengamatan langsung terhadap gejala maupun proses ilmiah yang dapat melatih kemampuan berpikir ilmiah, mengembangkan sikap ilmiah, menemukan dan memecahkan berbagai masalah baru melalui metode ilmiah (Hartono, 2014). Kegiatan praktikum dapat memperkaya pengalaman, mengembangkan sikap ilmiah, dan hasil belajar siswa akan bertahan lebih lama ketimbang hanya menerima penjelasan dari guru atau sekedar membaca buku (Rustaman, 2005: 20). Namun, salah satu kendala dalam pelaksanaan kegiatan praktikum yaitu ketersediaan alat dan bahan praktikum yang terbatas, sehingga memerlukan media pembelajaran dalam membantu siswa melaksanakan kegiatan praktikum (Pane *et al.*, 2019). Pelaksanaan praktikum

bergantung pada materi, ketersediaan waktu, alat dan bahan praktikum, serta pembiasaan siswa dalam memanfaatkan alat praktikum di laboratorium. Apabila kemampuan siswa dalam menggunakan alat pada pemecahan suatu permasalahan masih dinilai kurang, maka hal tersebut dapat menyebabkan keterampilan proses sains siswa tidak dapat berkembang secara maksimal (Wulandari dkk, 2014). Salah satu alternatif untuk tercapainya keterampilan proses siswa secara maksimal adalah dengan adanya media pembelajaran, seperti alat praktikum (Widiastutik & Madlazim, 2014).

Penggunaan alat praktikum dalam proses pembelajaran sains dapat mempermudah peserta didik memahami konsep sains (Arsyad, 2011: 1-13). Ketersediaan alat praktikum di beberapa sekolah masih sangat diperlukan untuk menjelaskan materi tertentu yang masih bersifat abstrak (Wulandari dkk, 2016). Alat praktikum dapat dijadikan salah satu cara atau pedoman dalam menunjang pengembangan pengetahuan, keterampilan, kebutuhan dasar penyampaian materi, konsep serta informasi fisika. Penggunaan alat praktikum salah satunya bertujuan untuk mengajarkan keterampilan bereksperimen yang dapat menstimulus keterampilan proses sains siswa (Dewi, 2015). Selain itu, alat praktikum memiliki banyak manfaat salah satunya yaitu dapat dibuat dari bahan yang murah dan mudah diperoleh (Sriyono, 1992:126).

Hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan melalui wawancara dan penyebaran angket dengan *google form* kepada guru dari tiga Sekolah Menengah Atas (SMA) yang berbeda di Provinsi Lampung, yaitu SMAN 13 Bandar Lampung, SMAN 2 Kasui dan SMAN 2 Tumijajar menunjukkan bahwa pembelajaran pada materi listrik arus searah (DC) di beberapa sekolah tersebut belum memiliki alat praktikum yang valid dan praktis dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa. Beberapa sekolah masih mengalami kesulitan dalam pembelajaran pada materi listrik arus searah (DC) dikarenakan keterbatasan media pembelajaran, sarana dan fasilitas praktikum. Media pembelajaran yang sering digunakan antara lain: buku penunjang, papan tulis, dan modul. Keterbatasan alat praktikum yang valid dan praktis sebagai media pembelajaran

pada materi listrik arus searah (DC) disebabkan oleh alat dan bahan praktikum yang sudah rusak maupun hilang sehingga perlu dibuat ulang apabila hendak digunakan. Selain itu, guru juga menggunakan *virtual* laboratorium dikarenakan ketersediaan alat praktikum yang rendah. Alat praktikum yang valid dan praktis sebagai salah satu media dalam membelajarkan materi listrik arus searah (DC) ketersediaannya masih sangat rendah sehingga semakin mempersulit guru dalam memvisualkan materi yang bersifat abstrak, menjelaskan konsep dan memotivasi siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Ketersediaan alat praktikum yang masih rendah sebagai media pembelajaran dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa pada materi listrik arus searah (DC), sebenarnya dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar. Alat praktikum listrik arus searah (DC) juga dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam mengurangi konsumsi energi listrik khususnya untuk lampu penerangan. Keterbatasan alat praktikum yang valid dan praktis dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa pada materi listrik arus searah (DC) menjadi dasar utama dilakukannya penelitian “Pengembangan Alat Praktikum Rangkaian Baterai Sekunder untuk Lampu Penerangan Guna Menstimulus Keterampilan Proses Sains Siswa”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Bagaimana kevalidan dari alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan hasil pengembangan dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa SMA?
2. Bagaimana kepraktisan alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan hasil pengembangan dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa SMA?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mendeskripsikan kevalidan alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan hasil pengembangan dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa SMA.
2. Mendeskripsikan kepraktisan alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan hasil pengembangan dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangan pemikiran dan mendorong kemajuan inovasi dengan teknologi dalam dunia pendidikan.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peneliti

Manfaat penelitian bagi peneliti adalah untuk menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai penerapan ilmu yang telah didapatkan di perkuliahan serta masalah nyata yang ada di dunia pendidikan.

- b. Bagi Guru

Manfaat penelitian bagi guru adalah mengenalkan alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang dapat digunakan sebagai pengganti Komponen Instrumen Terpadu (KIT) sudah rusak. Alat praktikum rangkaian baterai sekunder dapat mempermudah guru dalam memvisualkan dan mengajarkan materi listrik arus searah (DC).

- c. Bagi Siswa

Manfaat penelitian bagi siswa adalah adanya alat praktikum rangkaian

baterai sekunder dapat mempermudah siswa dalam memahami konsep dan materi listrik arus searah (DC). Penggunaan alat peraga dapat mendorong siswa agar terlibat aktif dalam pembelajaran sehingga siswa dapat memperoleh pengetahuan, mengembangkan keterampilan psikomotorik dan menumbuhkan kreativitas siswa dalam memecahkan permasalahan.

d. Bagi Jurusan

Manfaat penelitian bagi jurusan adalah dapat memotivasi para mahasiswa pendidikan fisika yang akan datang agar bisa menjadi individu yang lebih unggul serta menjadi pelopor inovasi dalam dunia pendidikan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Materi yang dimaksud pada penelitian pengembangan ini yaitu listrik arus searah (DC).
2. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan sebagai media pembelajaran dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa SMA.
3. Indikator keterampilan proses sains yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu indikator keterampilan proses sains dasar menurut Hartono, (20014) yang meliputi merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, melakukan pengujian yang adil, mengumpulkan data (pengamatan dan pengukuran), menyajikan data (dalam bentuk tabel maupun grafik), dan menjelaskan hasil.
4. Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan menggunakan pendekatan *Design and Development Research (DDR)* dengan langkah-langkah percobaan, yaitu proses desain, pengembangan dan evaluasi yang didasarkan pada penelitian empiris, (Richey and Klien (2007).
5. Uji validitas produk diujikan kepada tiga orang ahli melalui angket uji validasi yang diadaptasi dari (Rahmadi dkk, 2021) yaitu uji materi, ilustrasi,

kualitas, tampilan media, daya tarik, ketersediaan alat dan bahan.

6. Uji kepraktisan pada penelitian pengembangan ini terdiri dari :
 - a. Uji keterlaksanaan, yang diujikan kepada lima siswa pada kelompok kecil melalui angket uji keterlaksanaan yang diadaptasi dari (Festiana *et al.*, 2019) yaitu kemenarikan, kemudahan penggunaan, kepraktisan penggunaan dan keberfungsian penggunaan.
 - b. Persepsi guru, terhadap penggunaan alat praktikum yang diujikan kepada guru melalui angket persepsi guru yang diadaptasi dari (Zahroni, 2019) yaitu efektif, interaktif, efisien dan kreatif.
 - c. Respon siswa, terhadap penggunaan alat peraga yang diujikan kepada sepuluh siswa pada kelompok kecil melalui angket tanggapan siswa yang diadaptasi dari (Putriani, 2022) yaitu kemudahan, motivasi, kemenarikan dan kebermanfaatan.
 - d. Observasi keterampilan proses sains, terhadap penggunaan alat praktikum yang diujikan kepada sepuluh siswa pada kelompok kecil melalui angket observasi keterampilan proses sains menurut (Febriansyah, 2021).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerangka Teori

2.1.1. Media Pembelajaran

Keberhasilan suatu pembelajaran dapat ditentukan oleh media pembelajaran. Perkembangan teknologi telah memberi kemudahan dalam mengakses, merancang, dan membuat media pembelajaran yang baru. Media pembelajaran merupakan sarana penghubung dan komunikasi yang dapat digunakan dua belah pihak dalam menyampaikan pesan-pesan pembelajaran, sebagai alat bantu mempermudah proses pembelajaran, meningkatkan efisiensi pembelajaran, serta membantu konsentrasi siswa di kelas (Astuti *et al.*, 2017). Media pembelajaran merupakan suatu alat atau sarana perantara untuk menyampaikan bahan pelajaran dari guru kepada siswa (Karo, 2018). Media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk menjelaskan materi pelajaran secara keseluruhan yang sulit dijelaskan jika hanya secara lisan guna meningkatkan kemampuan berpikir siswa, dan kreativitas guru dalam berinovasi pada setiap kegiatan pembelajaran (Mastuang *et al.*, 2020). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa media pembelajaran adalah komponen sumber belajar yang dapat dijadikan sebagai sarana penghubung dalam menyampaikan pesan-pesan pembelajaran dan bahan pelajaran dari guru ke siswa guna menjelaskan materi pelajaran yang sulit dijelaskan secara lisan sehingga mempermudah dalam mencapai keberhasilan pembelajaran.

Media pembelajaran dapat dibedakan menjadi beberapa jenis dengan contoh yang beragam. Media pembelajaran berdasarkan jenisnya dapat dikelompokkan

menjadi media asli hidup, media asli mati, media asli benda tak hidup, media asli tiruan atau model, media grafis, media pandang dengar, media proyeksi dan media cetak. Jenis media dan contohnya menurut (Abidin, 2017), secara ringkas dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Jenis media dan contohnya

Jenis Media (1)	Contoh (2)
Media asli hidup	<i>Aquarium</i> dengan ikan dan tumbuhannya, <i>terrarium</i> dengan hewan darat dan tumbuhannya, kebun binatang dengan semua binatang yang ada, kebun percobaan/kebun botani dengan berbagai tumbuhan, serta <i>insektarium</i> .
Media asli mati	<i>Herbarium</i> , <i>taksidermi</i> , awetan dalam botol, bioplastik dan <i>diorama</i>
Media asli benda tak hidup	Berbagai jenis batuan mineral, kereta api, pesawat terbang, mobil, gedung, papan tulis, dan papan tempel.
Media asli tiruan atau model	Model irisan bagian dalam bumi, model penampang batang, penampang daun, model boneka, model torso manusia yang dapat dilepas dan dipasang kembali, model <i>globe</i> , model atom, model DNA, maket.
Media grafis	Bagan (<i>chart</i>), diagram, grafik, poster, plakat, gambar, foto, lukisan. Media dengar (<i>audio</i>): program <i>radio</i> , <i>tape recorder</i> , piringan hitam, <i>cassete</i> , <i>tape</i> , pengeras suara, telepon.
Media grafis	Bagan (<i>chart</i>), diagram, grafik, poster, plakat, gambar, foto, lukisan.
Media dengar (<i>audio</i>)	Program <i>radio</i> , <i>tape recorder</i> , piringan hitam, <i>cassete</i> , <i>tape</i> , pengeras suara, telepon.
Media pandang dengar (<i>audio visual</i>)	Televisi, <i>video</i> , film suara (gambar hidup), <i>slide</i> bersuara.
Media proyeksi	Proyeksi diam (<i>still projection</i>), contohnya <i>slide</i> , <i>film strip</i> , transparansi; proyeksi gerak (<i>movie projection</i>)
Media cetak (<i>printed materials</i>)	buku cetak, koran, majalah, komik

Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa jenis media pembelajaran sangat bervariasi dengan contoh yang beragam.

Penggunaan media pembelajaran memberikan beberapa manfaat dalam proses pembelajaran diantaranya yaitu dapat membantu proses pembelajaran yang berlangsung antara guru dengan siswa, meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam proses pembelajaran, rasa ingin tahu dan antusiasme siswa meningkat, interaksi antar siswa guru dan sumber belajar dapat terjadi secara interaktif, dapat mengatasi keterbatasan ruang waktu tenaga dan daya indra (Abi dkk., 2020).

Penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan minat dan motivasi belajar siswa dengan membawa pengaruh-pengaruh positif pada psikologis siswa (Hamalik, 1986: 90). Secara umum, manfaat media pembelajaran adalah memperlancar interaksi antara guru dengan siswa sehingga pembelajaran lebih efektif dan efisien. Tetapi secara khusus manfaat media pembelajaran antara lain yaitu : penyampaian materi pelajaran dapat diseragamkan, proses pembelajaran menjadi lebih jelas, menarik dan interaktif, memberikan efisiensi dalam waktu dan tenaga, meningkatkan kualitas hasil belajar siswa, memungkinkan proses belajar yang dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja, dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap materi dan proses belajar serta merubah peran guru ke arah yang lebih positif dan produktif (Azhar, 2007). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa media pembelajaran memberikan beberapa manfaat dalam membantu proses pembelajaran yang berlangsung antara guru dengan siswa, membangkitkan minat dan motivasi belajar siswa dan pembelajaran menjadi lebih jelas, menarik dan interaktif.

2.1.2. Alat Praktikum

Media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran sangat beragam sesuai dengan materi yang akan disampaikan. Media pembelajaran diantaranya visual, audio, dan audio visual. Adapun salah satu media pembelajaran visual adalah alat praktikum (Astuti, 2017). Definisi alat praktikum yaitu suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu pendidik agar proses pembelajaran lebih efektif dan efisien (Nana, 2010: 72). Penggunaan alat praktikum dalam proses pembelajaran menurut Dewi, (2015) memiliki beberapa tujuan diantaranya, yaitu :

1. Meningkatkan pengetahuan ilmiah
2. Mengajarkan keterampilan bereksperimen
3. Mengembangkan sikap ilmiah
4. Mengembangkan keahlian dan dapat memberikan penilaian
5. Memotivasi siswa

Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa alat praktikum sebagai salah satu media pembelajaran visual dapat membantu pendidik agar proses pembelajaran lebih efektif dan efisien dengan tujuan meningkatkan berbagai aspek seperti pengetahuan ilmiah, keterampilan bereksperimen, sikap ilmiah dan lain sebagainya.

Penggunaan sebuah alat praktikum yang memiliki basis pada proses pembelajaran di sekolah merupakan salah satu upaya dalam menunjang pengembangan ilmu pengetahuan, keterampilan, kebutuhan dasar dalam penyampaian materi, konsep serta sebuah informasi fisika oleh pendidik kepada peserta didiknya. Penggunaan alat praktikum fisika diharapkan mempermudah siswa dalam memahami konsep yang terkandung dalam materi fisika serta mempelajari suatu konsep yang abstrak menjadi lebih konkret atau nyata (Kustandi & Sutjipto, 2011: 125). Manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan alat praktikum menurut Sriyono (1992:126), antara lain:

1. Menjadikan pelajaran lebih menarik.
2. Menghemat waktu belajar.
3. Mengoptimalkan hasil belajar.
4. Membantu siswa yang tertinggal saat memahami materi
5. Membangkitkan minat dan perhatian siswa pada proses pembelajaran.
6. Membantu mengatasi kesulitan dan menjelaskan hal-hal yang sulit dalam pembelajaran.
7. Menjadikan materi pembelajaran lebih konkret.
8. Menjadikan suasana pembelajaran hidup, baik, menarik, dan menyenangkan.
9. Mendorong siswa gemar membaca, menelaah dan berkarya.
10. Melatih kebiasaan berpikir dan menganalisa secara teliti/tepat pada siswa.
11. Melatih dan mendidik siswa cermat mengamati dan meneliti sesuatu.
12. Dapat dibuat dari bahan yang murah dan mudah diperoleh

Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan penggunaan sebuah alat praktikum dapat memberikan berbagai manfaat diantaranya: menunjang pengembangan ilmu pengetahuan, keterampilan, kebutuhan dasar dalam

penyampaian materi. mengoptimalkan hasil belajar, melatih siswa agar lebih cermat mengamati serta meneliti sesuatu dan masih banyak lagi manfaat lainnya. Penggunaan alat praktikum ini mampu menunjang siswa untuk melakukan kegiatan praktikum. Adapun kriteria kelayakan alat praktikum yang dapat mendukung kegiatan praktikum menurut Afriyanto (2015), dapat diukur oleh beberapa aspek diantaranya:

1. Alat praktikum harus sesuai dengan konsep fisika.
2. Alat praktikum harus sesuai dengan kurikulum.
3. Bentuk dan *performance* alat praktikum harus menarik dan sesuai dengan subjek yang hendak diteliti.
4. Alat praktikum mudah dipahami oleh subjek dan keterbacaan alat praktikum mudah.
5. Alat praktikum hendaknya mudah digunakan

Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa penggunaan alat praktikum yang dapat menunjang siswa untuk melakukan kegiatan praktikum diantaranya harus sesuai dengan konsep fisika, kurikulum, menarik, mudah dipahami dan digunakan.

2.1.3. Keterampilan Proses Sains

Pengertian keterampilan proses sains adalah keterampilan yang melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial. Siswa menggunakan keterampilan kognitif dalam melakukan keterampilan proses. Keterampilan manual jelas terlihat pada saat menggunakan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan, atau perakitan alat. Keterampilan sosial terlihat ketika terjadi interaksi antar siswa, misalnya ketika mendiskusikan hasil pengamatan (Rustaman, 2005: 23) Keterampilan proses sains dibagi menjadi dua, yaitu keterampilan proses sains dasar dan terintegrasi (Gagne, 1965). Menurut Darmaji *et al.*, (2019) Keterampilan proses sains dasar meliputi mengamati, klasifikasi, dan mengukur. Keterampilan proses sains terintegrasi meliputi membuat tabel data, memperoleh dan mengelola data, dan melakukan eksperimen (Darmaji *et al.*,

2019). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa keterampilan proses sains didefinisikan sebagai keterampilan yang melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif, manual, dan sosial. Keterampilan proses sains dibagi menjadi dua, yaitu keterampilan proses sains dasar dan terintegrasi. Pengelompokan keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terintegrasi seperti Tabel 2.

Tabel 2. Pengelompokan Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains (1)	Indikator (2)
Dasar	Mengamati Klasifikasi Mengukur Membuat tabel data
Integrasi	Memperoleh dan mengelola data Melakukan eksperimen

Keterampilan proses sains dasar harus dikuasai sebelum seseorang dapat mendominasi keterampilan proses sains terintegrasi. Siswa dapat menguasai pemikiran abstrak dalam keterampilan proses sains terintegrasi apabila terdapat kontrol penuh terhadap keterampilan proses sains dasar. Keterampilan ini dapat memberikan landasan intelektual dalam sains seperti memberikan gambaran tentang benda yang sedang diamati (Beaumont *et al.*, 2001). Menurut Hartono, (20014) keterampilan proses sains terintegrasi memiliki indikator yang meliputi merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, melakukan pengujian yang adil, mengumpulkan data (pengamatan dan pengukuran), menyajikan data (dalam bentuk tabel maupun grafik), dan menjelaskan hasil. Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa keterampilan proses sains dasar dapat menjadi modal dalam menguasai keterampilan proses sains terintegrasi. Penelitian ini menggunakan indikator keterampilan proses sains terintegrasi menurut Hartono, (2014) yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Indikator Keterampilan Proses Sains Terintegrasi

Keterampilan Proses Sains (1)	Indikator (2)
Integrasi	Merumuskan masalah Membuat hipotesis Menentukan variabel Melakukan pengujian yang adil Mengumpulkan data (pengamatan dan pengukuran) Menyajikan data (dalam bentuk tabel maupun grafik) Menjelaskan hasil.

Penerapan keterampilan proses sains pada diri siswa penting untuk dilakukan, dikarenakan masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami petunjuk praktikum, kurang teliti ketika mengamati dan menyelesaikan permasalahan (Tawil dkk, 2014: 125). Banyak siswa yang hanya memiliki pengetahuan tentang suatu konsep, tanpa mengetahui cara menemukan konsep maupun mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya (Semiawan dkk., 1989: 14). Keterampilan proses sains perlu diterapkan pada diri siswa untuk mengembangkan pemahaman dan kemampuan dalam memanfaatkan maupun mengidentifikasi bukti sains untuk memecahkan masalah dan mengambil keputusan (Priyani & Nawawi, 2020). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa penerapan keterampilan proses sains pada diri siswa penting dilakukan guna mengembangkan pengetahuan yang telah diperoleh siswa, mengidentifikasi masalah dan memecahkan masalah dalam pengambilan keputusan dan lain sebagainya.

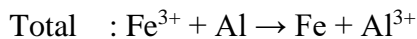
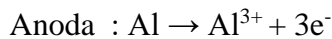
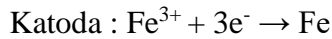
Manfaat penerapan keterampilan proses sains dalam pembelajaran yaitu membantu siswa belajar mengembangkan pikirannya, memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan penemuan, meningkatkan daya ingat, memberikan kepuasan intrinsik ketika siswa telah berhasil melakukan sesuatu dan membantu siswa mempelajari konsep-konsep sains (Devi, 2010: 29). Selain itu, keterampilan proses sains memungkinkan siswa untuk menggambarkan objek dan peristiwa, mengajukan pertanyaan, membangun pengetahuan, mencoba pengetahuan mereka terhadap pengetahuan ilmiah dan mengkomunikasikan ide-ide mereka kepada orang lain (Abungu *et al.*, 2014). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti

menyimpulkan bahwa manfaat penerapan keterampilan proses sains dalam pembelajaran yaitu membantu dalam mengembangkan pikirannya, melakukan penemuan, meningkatkan daya ingat, mempelajari konsep-konsep sains, mengajukan pertanyaan, membangun pengetahuan dan mengkomunikasikan ide yang diperoleh.

2.1.4. Baterai Sekunder

Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif komponen penyusun baterai menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi penambahan elektron dan penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan penambahan bilangan oksidasi. Terdapat dua klasifikasi baterai, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang tidak dapat diisi ulang dan hanya dapat digunakan sekali pakai, sedangkan baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan berkali-kali karena dapat diisi ulang *rechargeable* (Satriady *et al.*, 2016). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi, berdasarkan klasifikasinya baterai dibedakan menjadi baterai primer yang hanya dapat digunakan sekali dan baterai sekunder yang dapat digunakan berkali-kali.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Tamez dan rekan kerjanya mengenai percobaan *Alumuiium -Air Battery* di *University of Washington* dimana baterai dapat menghasilkan tegangan sebesar 0,7 Volt pada satu sel (Khairati *et al.*, 2018). Baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah baterai yang dibuat dari bahan-bahan yang dapat ditemukan dari lingkungan sekitar. Baterai ini bekerja seperti layaknya baterai biasa, karena memiliki dua elektrode yang terdiri atas *Al* (alumiium) sebagai anode, batang karbon sebagai katode dan *NaCl* sebagai elektrolitnya. Apabila kedua elektrode tersebut dihubungkan, maka akan menghasilkan arus listrik karena terjadi perpindahan muatan. Reaksi redoks dapat terjadi antara kedua elektrode. Reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:



Reaksi ini mengakibatkan terjadinya transfer elektron dari reduktor ke oksidator yang dapat menghasilkan tegangan, walaupun tegangan yang dihasilkan terbilang kecil dalam satu selnya namun baterai ini bisa dijadikan sebagai solusi sumber energi listrik alternatif (Prastuti, 2017). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa penelitian terdahulu mampu menghasilkan baterai dengan tegangan sebesar 0,7 Volt, sehingga menginspirasi dalam pembuatan baterai pada penelitian ini dengan memanfaatkan bahan yang ada di lingkungan sekitar seperti *Al* (aluminium) sebagai anode, batang karbon sebagai katode dan *NaCl* sebagai elektrolitnya, sehingga memungkinkan terjadinya reaksi redoks pada kedua elektroda untuk menghasilkan tegangan yang dapat dijadikan sebagai solusi sumber energi listrik alternatif.

2.1.4.1. Komponen Baterai

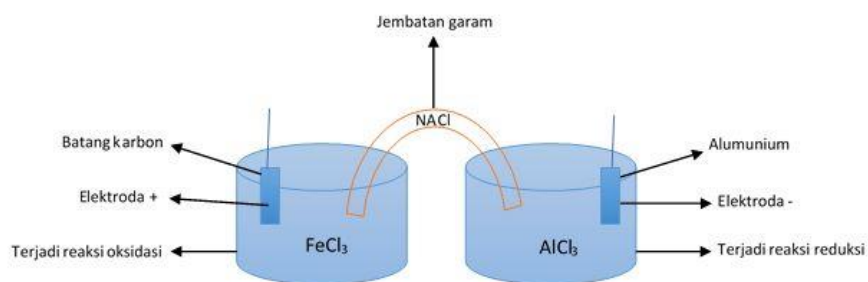
Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif menjadi energi listrik melalui komponen penyusun baterai yang mendukung terjadinya reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi (Prastuti, 2017). Baterai diklasifikasikan menjadi dua, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer adalah baterai yang tidak dapat diisi ulang dan hanya dapat digunakan sekali pakai, sedangkan baterai sekunder adalah baterai yang dapat digunakan berkali-kali karena dapat diisi ulang (*rechargeable*). Kemampuan baterai sekunder untuk diisi ulang dikarenakan reaksi elektrokimianya yang bersifat *reversible* sehingga baterai sekunder dapat mengonversi energi kimia menjadi energi listrik pada proses *discharging* dan mengonversi energi listrik menjadi energi kimia pada proses *charging* (Satriady *et al.*, 2016). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi, dengan menghasilkan dua macam baterai yaitu

baterai primer dan baterai sekunder. Baterai yang digunakan dalam penelitian ini berupa baterai sekunder, yang dibuat dengan memanfaatkan bahan yang ada di lingkungan sekitar dengan komponen penyusun baterai sebagai berikut:

1. Aquades, sebagai pelarut.
2. Anoda, (elektroda positif) tempat terjadinya reaksi oksidasi yang bertindak sebagai anoda adalah batang karbon. Anoda dibuat dengan menghubungkan batang karbon dengan kabel tunggal.
3. Katoda (elektroda negatif) tempat terjadinya reaksi reduksi yang bertindak sebagai katoda adalah Alumunium (Al). Katoda dibuat dengan menghubungkan Alumunium (Al) dengan kabel tunggal.
4. Elektrolit (Larutan NaCl jenuh/larutan $AlCl_3$ jenuh dan FeCl jenuh)
5. Jembatan garam, yaitu yang terbuat dari agar-agar yang di masak dengan larutan garam (NaCl) Jembatan garam untuk menjaga kenetralan muatan listrik pada larutan dan untuk menyeimbangkan ion-ion.
6. Kabel tunggal, sebagai penghantar listrik
7. Kotak instrument terpadu, sebagai wadah dan pelindung dari gesekan maupun benturan benda asing.
8. Kapas, berfungsi untuk memadatkan larutan elektrolit agar tidak tumpah dan lebih aman ketika dibawa.
9. Lem bakar dan lem tembak, berfungsi merekatkan dan merapihkan tampilan baterai.
10. Plastik hitam dan lem aquarium, berfungsi melindungi sambungan kabel agar tidak terkena larutan elektrolit.
11. Cup urin 20 cc, berfungsi sebagai wadah yang digunakan untuk meletakkan elektrolit, elektroda dan jembatan garam dalam pembuatan alat praktikum baterai sekunder.
12. Sedotan, berfungsi sebagai wadah jembatan garam dan pelindung agar tidak bercampur dengan larutan elektrolit secara langsung.

2.1.4.2. Elemen Volta Pada Baterai

Sel Volta merupakan sel elektrokimia yang menghasilkan energi listrik diperoleh dari reaksi kimia yang berlangsung spontan. Sel volta memiliki anoda sebagai kutub negatif dan katoda sebagai kutub positif. Anoda dan katoda akan dicelupkan kedalam larutan elektrolit yang terhubung oleh jembatan garam. Jembatan garam memiliki fungsi sebagai pemberi suasana netral (grounding) dari kedua larutan yang menghasilkan listrik (Putri dkk., 2021). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa sel volta merupakan sel elektrokimia yang menghasilkan energi listrik dari reaksi kimia spontan, dengan anoda sebagai kutub negatif dan katoda sebagai kutub positif dicelupkan kedalam larutan elektrolit yang terhubung oleh jembatan garam sebagai pemberi suasana netral. Gambar 1, menunjukkan rangkaian sel volta yang dapat menghasilkan arus listrik melalui reaksi redoks spontan.



Gambar 1. Rangkaian sel volta melalui reaksi redoks spontan.

Rangkaian sel volta dapat ditulis dalam bentuk notasi. Pada penulisan notasi sel, anoda dituliskan di sebelah kiri dan katoda di sebelah kanan yang dipisahkan oleh jembatan garam (||). Secara umum, notasi sel dapat dituliskan sebagai berikut.

Anode || Katode atau **Oksidasi || Reduksi**

Untuk menunjukkan kecenderungan reduksi, dapat menggunakan potensial reduksi standar atau lebih dikenal dengan sebutan potensial elektroda standar. Yang dapat dilihat pada Tabel 4.

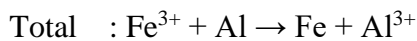
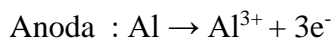
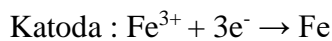
Tabel 4. Potensial Standar.

Reaksi Reduksi (1)	E°_{sel} (2)
$Al^{3+} + 3e^{-} \rightarrow Al$	-1,66
$Fe^{3+} + 3e^{-} \rightarrow Fe$	-0,04

(Putri, dkk., 2021)

2.1.4.3. Gaya Gerak Listrik (GGL) pada Baterai

Pada reaksi redoks terdapat potensial sel yang berfungsi untuk mempermudah perhitungan setengah reaksi. Nilai potensial sel atau sering disebut dalam fisika adalah Gaya Gerak Listrik (GGL) yang memiliki atom hydrogen adalah nol. Pada saat reaksi terjadi, larutan elektrolit pada katode akan kehilangan ion positif sedangkan larutan elektrolit pada anoda akan kehilangan ion negatif. Disinilah peran jembatan garam untuk menetralkan kekurangan ion positif dan negatif tersebut (Khairati *et al.*, 2018). Reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:



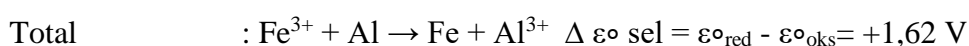
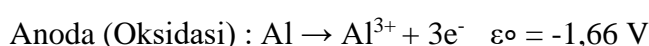
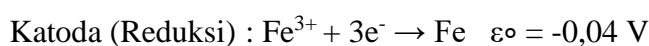
Sehingga notasi sel elektrokimianya dapat dituliskan sebagai berikut:

Zat teroksidasi | hasil oksidasi || zat tereduksi | hasil reduksi

Maka untuk reaksi di atas dapat dituliskan sebagai berikut:

Al | Al³⁺ || Fe³⁺ | Fe

Reaksi spontan pada sel volta dapat menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dapat dihasilkan oleh sel volta, dapat dilakukan dengan menghitung perbedaan potensial reduksi standar dari kedua elektrodanya. Pada baterai ini, maka reaksinya menjadi:



Maka tegangan listrik yang dihasilkan oleh baterai sebesar +1,62 V. Walaupun secara teori didapatkan bahwa tegangan listrik yang dihasilkan baterai sebesar 1,62 V. Perbedaan tegangan yang terjadi pada setiap baterai dikarenakan banyak faktor yang menyebabkan GGL baterai menurun. Salah satunya adalah tingkat kemurnian bahan yang digunakan untuk pembuatan baterai bukanlah aluminium murni (Prakoso et al., 2020). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa Gaya Gerak Listrik (GGL) yang dimiliki atom hidrogen adalah nol, sehingga ketika terjadi reaksi larutan elektrolit pada katode akan kehilangan ion positif dan larutan elektrolit pada anoda akan kehilangan ion negatif dengan jembatan garam berperan sebagai penetral. Selain itu, secara teori reaksi spontan pada sel volta dapat menghasilkan energi listrik sebesar 1,62 V yang diperoleh dengan menghitung perbedaan potensial reduksi standar dari kedua elektrodanya, meskipun terdapat perbedaan tegangan pada setiap baterai dikarenakan beberapa faktor, salah satunya tingkat kemurnian bahan yang digunakan.

2.1.4.4. Sumber Energi Listrik Alternatif

Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi non-fosil yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan dalam jangka waktu yang lama. Energi terbarukan memiliki peranan penting yang cukup besar dalam upaya pengadaan energi listrik alternatif (Supian, B., Suhendar, S., & Fahrizal, R. 2015). Cara untuk menghasilkan sumber energi listrik salah satunya, yaitu dengan pembuatan baterai dengan memanfaatkan reaksi elektrokimia yang terjadi melalui dua elektroda dengan beda potensial yang dihubungkan pada bahan elektrolit (Brady, 1999). Jika larutan elektrolit diberikan dua buah elektroda, maka larutan elektrolit akan menghasilkan ion-ion yang bergerak sehingga terjadi proses transfer elektron dari anoda ke katoda yang menghasilkan keluaran berupa arus dan tegangan (Hendri *et al.*, 2015). Energi listrik yang dihasilkan bergantung pada jenis larutan elektrolit dan elektroda baik jenis material maupun modifikasi dimensi elektroda (Knight, 1878). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa energi terbarukan memiliki peranan penting dalam upaya pengadaan energi listrik alternatif, salah satunya melalui pembuatan baterai yang memanfaatkan reaksi elektrokimia dengan dua buah elektroda dan larutan

elektrolit yang dapat menghasilkan arus dan tegangan. Namun energi listrik yang dihasilkan bergantung pada jenis larutan elektrolit dan elektroda yang digunakan.

Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia yang terkandung pada bahan aktif dengan komponen penyusun baterai dapat menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia reduksi dan oksidasi. Baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah baterai yang dibuat dari bahan-bahan yang dapat ditemukan dari lingkungan sekitar. Baterai ini bekerja seperti layaknya baterai biasa, karena memiliki dua elektrode yang terdiri atas *Al* (aluminium) sebagai anode, batang karbon sebagai katode dan *NaCl* sebagai elektrolitnya. Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa pengolahan baterai bekas dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik alternatif sebagai bentuk daur ulang terhadap baterai yang merupakan limbah berbahaya bagi manusia, baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah baterai yang dibuat dari bahan-bahan yang dapat ditemukan dari lingkungan sekitar seperti *Al* (aluminium) sebagai anode, batang karbon sebagai katode dan *NaCl* sebagai elektrolitnya.

2.1.4.5. Listrik Arus Searah (DC)

Secara umum menurut (Serway *et al.*, 2010: 30) ketika menggunakan baterai sebagai sumber energi pada rangkaian tertentu, beda potensial pada kutub-kutub baterai adalah konstan, sehingga jarak dan arah arus dalam rangkaian juga konstan. Arus yang demikian dinamakan arus searah.

1. Kuat Arus Listrik

Arus listrik dapat mengalir karena adanya perbedaan potensial listrik yang mendorong muatan positif mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Arus listrik mengalir secara spontan dari potensial tinggi ke potensial rendah melalui konduktor, tetapi tidak dalam arah sebaliknya (Saripudin dkk, 2010: 10). Arus listrik pada kawat didefinisikan sebagai jumlah total muatan yang melewatinya per satuan waktu pada suatu titik. Dengan persamaan sebagai berikut.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \dots \dots (1)$$

dimana ΔQ adalah jumlah muatan yang melewati konduktor pada suatu lokasi selama jangka waktu Δt . Arus listrik diukur coulomb per detik. Satuan ini diberi nama khusus, *ampere* (disingkat amp atau A), dari nama fisikawan Perancis Andre Ampere (1775-1836) (Giancoli, 2001: 60). Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, yang didefinisikan sebagai jumlah total muatan yang melewatinya per satuan waktu pada suatu titik.

2. Hukum Ohm, Hambatan Listrik dan Beda Potensial Listrik

Arus listrik mengalir karena adanya beda potensial antara dua titik pada suatu penghantar. (Saripudin dkk, 2010: 10). Pada tahun 1826, Geoge Simon Ohm menemukan bahwa : *Pada suhu tetap, kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar listrik (I) sebanding dengan tegangannya (V). Hubungan inilah yang disebut dengan Hukum Ohm.* Perbandingan antara beda potensial (V) dan kuat arus listrik (I) tersebut yang dinamakan hambatan listrik (R). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa pada suhu tetap, hubungan antara beda potensial dan kuat arus listrik berbanding lurus. Perbandingan antara tegangan listrik dan kuat arus listrik dapat dituliskan dengan persamaan matematis berikut.

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots (2)$$

Keterangan :

R = hambatan listrik (ohm)

I = kuat arus listrik (A)

V = beda potensial atau tegangan listrik (V)

Hambatan listrik dari sebuah kawat penghantar dipengaruhi oleh jenis bahan kawat, panjang kawat, dan luas penampang kawat. Apabila dinyatakan dalam persamaan maka secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots \dots (3)$$

Keterangan :

R = hambatan kawat (ohm)

ρ = hambatan jenis (Ωm)

l = panjang kawat (m)

A = luas penampang (m^2) (Annisa, 2020)

Potensial listrik adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda. Suatu benda dikatakan mempunyai potensial listrik lebih tinggi daripada benda lain, jika benda tersebut memiliki muatan positif lebih banyak daripada muatan positif benda lain. Beda potensial berfungsi untuk mengalirkan muatan dari satu titik ke titik lainnya. Satuan beda potensial adalah volt (V). Secara matematis beda potensial dapat dituliskan sebagai berikut.

$$V = \frac{W}{Q} \dots \dots (4)$$

Keterangan:

V : beda potensial (V)

W : usaha/energi (J)

Q : muatan listrik (C)

(Annisa, 2020)

3. Energi Listrik dan Daya Listrik

Ketika beda potensial V diberikan, elektron-elektron tersebut akan mendapatkan tambahan energi masing-masing sebesar eV, dengan e adalah muatan satu elektron. Energi inilah yang kemudian mengalirkan elektron dalam konduktor. Jika dalam konduktor tersebut mengalir n buah elektron, total muatan yang mengalir adalah:

$$Q = ne \dots \dots (5)$$

Dengan demikian, energi yang diperlukan untuk mengalirkan elektron memenuhi:

$$W = QV \dots \dots (6)$$

Energi ini disebut *energi listrik*. Dalam kaitannya dengan arus listrik pada persamaan berikut.

$$Q = It \dots \dots (7)$$

maka berdasarkan persamaan (3) dan (4) energi listrik memenuhi persamaan:

$$W = VIt \dots \dots (8)$$

Keterangan :

W = Energi listrik (joule atau J)

V = Beda potensial (V)

I = Kuat arus listrik (A)

t = Lamanya arus mengalir (s)

(Serway *et al.*, 2010: 36)

Daya yang diubah oleh peralatan listrik mengingatkan bahwa energi yang diubah bila muatan Q bergerak melintasi beda potensial sebesar V adalah QV . Daya merupakan kecepatan perubahan energi terhadap waktu. Dengan memenuhi persamaan berikut.

$$P = \frac{QV}{t} \dots \dots (9)$$

$$P = IV \dots \dots (10)$$

Satuan SI daya listrik untuk semua jenis daya lainnya yaitu watt ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$). Daya pada hambatan R dapat dituliskan dengan menggunakan Hukum Ohm, yang didasarkan pada persamaan (2) dan (8) menghasilkan persamaan sebagai berikut.

$$P = I(IR) \dots \dots (11)$$

$$P = I^2 R \dots \dots (12)$$

$$P = \left(\frac{V}{R}\right)^2 R \dots \dots (13)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \dots \dots (14)$$

(Giancoli, 2001: 61-62)

Berdasarkan beberapa kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa energi listrik memenuhi persamaan berikut.

$$W = VIt$$

Daya listrik menggunakan Hukum Ohm dengan persamaan berikut.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

4. Hukum Kirchoff

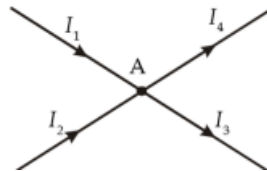
Prosedur menganalisis rangkaian yang lebih kompleks agar dapat disederhanakan dengan baik adalah dengan menggunakan prinsip yang disebut Hukum Kirchoff (Serway *et al.*, 2010: 37). Hukum Kirchoff yang dibuat oleh G.R Kirchoff (1824-1887) dipertengahan abad sembilan belas (Giancoli, 2001: 63).

a. Hukum Kirchoff I (Aturan Percabangan)

Jumlah arus yang memasuki setiap percabangan dalam sebuah rangkaian harus sama dengan jumlah arus yang keluar dari percabangan tersebut.

$$\sum I_{\text{Masuk}} = \sum I_{\text{Keluar}}$$

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

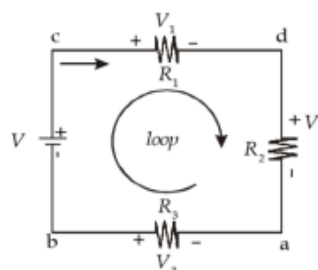


Gambar 2. Arus Percabangan pada Kawat

b. Hukum Kirchoff II (Aturan Loop)

Jumlah beda potensial pada semua elemen disekeliling loop rangkaian tertutup harus nol.

$$\sum \varepsilon = 0 \dots \dots (15)$$



Gambar 3. Muatan Listrik pada Lintasan Tertutup

Kaidah-kaidah pada Hukum Kirchoff II :

- 1) Jika *loop* diputar searah dengan arus, maka beda potensial ΔV pada resistor adalah $-IR$.
- 2) Jika *loop* diputar berlawanan arah dengan arus, beda potensial ΔV pada resistor adalah $+IR$.
- 3) Jika ggl bergerak searah ggl-nya (dari $-$ ke $+$), beda potensial ΔV adalah $+\varepsilon$.
- 4) Jika ggl bergerak berlawanan arah dengan arah ggl (dari $+$ ke $-$), beda potensial ΔV adalah $-\varepsilon$

(Serway *et al.*, 2010: 38)

5. GGL, Tegangan Jepit, Hambatan Dalam dan Luar

Sebuah baterai dapat disebut sumber Gaya Gerak Listrik GGL. Sumber GGL (ε) dari sebuah baterai didefinisikan sebagai tegangan maksimum yang mungkin dihasilkan oleh baterai diantara kutub-kutubnya. Sumber ggl dapat dianalogikan sebagai sebuah “pompa muatan”. Ketika beda potensial listrik timbul diantara dua titik, maka sumbernya menggerakkan muatan muatan tersebut “naik” dari potensial rendah ke potensial tinggi (Serway *et al.*, 2010). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa GGL (ε) dari sebuah baterai yang didefinisikan sebagai tegangan maksimum yang mungkin dihasilkan oleh baterai diantara kutub-kutubnya.

Kutub positif baterai memiliki potensial lebih besar dari kutub negatif. Oleh karena baterai terbuat dari materi, maka terdapat hambatan terhadap aliran muatan didalamnya. Hambatan ini disebut hambatan dalam r . Pada baterai ideal dengan hambatan dalam nol, beda potensial pada baterai (disebut tegangan jepit). Bagaimanapun tegangan jepit tidaklah sama dengan ggl untuk sebuah baterai dalam suatu rangkaian di mana terdapat suatu arus (Serway *et al.*, 2010: 39). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa baterai terbuat dari materi yang menyebabkan adanya hambatan terhadap aliran muatan didalamnya, namun pada baterai akan terdapat

tegangan jepit apabila hambatan dalamnya bernilai nol.

Dengan persamaan tegangan jepit sebagai berikut.

$$V = IR \dots \dots (16)$$

Dengan persamaan arus yang memenuhi persamaan berikut.

$$I = \frac{V}{R} \dots \dots (17)$$

Sedangkan Gaya Gerak Listrik (GGL) pada baterai memenuhi persamaan berikut.

$$\varepsilon = IR + Ir \dots \dots (18)$$

Dengan persamaan arus yang memenuhi persamaan berikut.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \dots \dots (19)$$

Keterangan :

ε = Gaya Gerak Listrik (GGL) pada baterai (Volt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

R = Hambatan luar (Ohm)

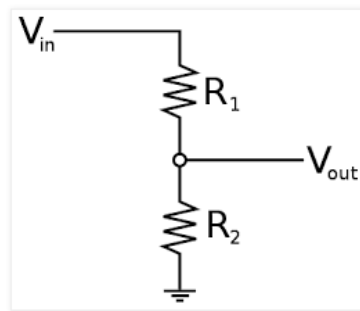
r = Hambatan dalam (Ohm)

Persamaan diatas menunjukkan bahwa arus dalam rangkaian sederhana tersebut bergantung pada GGL, hambatan luar (R) dan hambatan dalam (r) (Serway *et al.*, 2010: 40).

6. Pembagi Tegangan

Pembagi tegangan merupakan rangkaian sederhana yang dapat mengubah tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah. Pembagi tegangan dapat dijelaskan sebagai rangkaian yang dapat menyesuaikan tegangan.

Gambar 4. berikut merupakan rangkaian pembagi tegangan, dimana V_{in} adalah Sumber tegangan atau tegangan yang masuk, sedangkan V_{out} adalah tegangan keluaran dengan R1 sebagai hambatan dalam (r) dan R2 sebagai hambatan luar (R) (Utomo *et al.*, 2021).



Gambar 4. Rangkaian Pembagi Tegangan

Dengan menggabungkan persamaan (17) dan (19) dapat diperoleh persamaan pembagi tegangan berikut.

$$\frac{V}{R} = \frac{\varepsilon}{R + r} \dots \dots (20)$$

$$V = \varepsilon \left(\frac{R}{R + r} \right) \dots \dots (21)$$

Keterangan :

V = Tegangan jepit (Volt)

ε = Gaya Gerak Listrik (GGL) pada baterai (Volt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

R = Hambatan luar (Ohm)

r = Hambatan dalam (Ohm)

(Utomo et al., 2021)

Baterai sekunder dinalisis satu persatu dengan mengukur arus yang dimiliki oleh setiap baterai, tujuannya yaitu, menyesuaikan arus yang dibutuhkan oleh lampu (beban) dengan jumlah arus yang dihasilkan oleh baterai yang dirangkai seri maupun paralel. Baterai sekunder dihubungkan dengan *potensiometer* untuk menyamakan nilai hambatan dalam dan hambatan luar ($r = R$) pada baterai. Dengan mensubstitusi nilai hambatan dalam ($r = R$) pada persamaan (18) diperoleh persamaan berikut.

$$\varepsilon = IR + IR \dots \dots (22)$$

$$\varepsilon = 2IR \dots \dots (23)$$

Dengan menggabungkan persamaan (16) dan (23) diperoleh persamaan berikut.

$$\varepsilon = 2V \dots \dots (24)$$

$$V = \frac{1}{2} \varepsilon \dots \dots (25)$$

Setelah mengetahui nilai hambatan dalam (r), maka arus pada setiap baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (19) berikut.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Melalui persamaan tersebut jumlah arus yang dihasilkan setiap baterai dapat diketahui, sehingga memudahkan dalam memperkirakan baterai yang dibutuhkan untuk menghidupkan lampu (Serway *et al.*, 2010: 41-42).

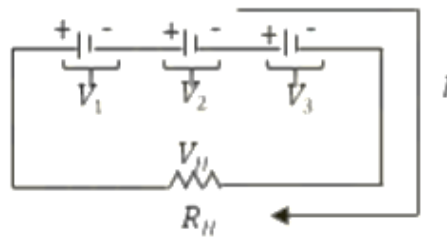
2.1.4.6. Rangkaian Baterai Sekunder

Hampir semua peralatan elektronika menggunakan sumber daya yang berasal dari baterai. Baterai merupakan penghasil beda potensial yang dapat membuat suatu muatan dapat bergerak. Ketika rangkaian terbentuk, muatan mengalir melalui kawat-kawat rangkaian dari satu terminal baterai ke terminal lainnya, selama jalur penghantarnya kontinu. Pada dasarnya, baterai dapat dirangkai secara seri, paralel, maupun gabungan antara keduanya. Rangkaian baterai yang disusun secara seri akan dapat meningkatkan tegangan sedangkan arus listriknya akan tetap sama, sedangkan pada rangkaian paralel baterai akan meningkatkan arus listrik tetapi tegangan keluarannya akan tetap sama (Giancoli, 2001: 64-66). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa baterai dapat dirangkai secara seri untuk meningkatkan tegangan dengan nilai arus sama dan dirangkai paralel untuk meningkatkan arus dengan nilai tegangan sama.

1. Rangkaian baterai seri

Rangkaian baterai seri merupakan penyusunan komponen baterai dimana tegangan yang melewati komponen baterai akan bertambah yaitu $V_t = V_1 +$

$V_2 + V_3$. Tegangan pada Gambar 5. pada saat beda potensial dari sumber arus listrik belum dipakai untuk mengalirkan sebuah arus maka nilai beda potensial baterai merupakan nilai Gaya Gaya Listrik (GGL). Jika pada sumber tegangan baterai setelah digunakan untuk mengalirkan arus maka nilai tegangannya sama dengan tegangan jepit. Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa baterai yang dirangkai seri tegangannya meningkat dan Gaya Listrik (GGL) baterai berbeda dengan tegangan jepit.



Gambar 5. Rangkaian Baterai yang disusun Seri

Jika n buah baterai yang memiliki nilai ggl (ε) dan hambatan dalam (r), dirangkai secara seri akan memiliki ggl total dan hambatan dalam total masing-masing seperti berikut.

$$\varepsilon_s = n \times \varepsilon \dots \dots (26)$$

$$R_s = r \times n \dots \dots (27)$$

Penggabungan persamaan (26) (27) dan (20) menghasilkan persamaan kuat arus yang melewati hambatan pada rangkain seri sebagai berikut.

$$I = \frac{\varepsilon_s}{R + R_s} \dots \dots (28)$$

$$I = \frac{n \varepsilon}{R + nr} \dots \dots (29)$$

Dengan nilai tegangan jepit pada baterai V yang mengalirkan arus listrik adalah sebagai berikut.

$$V = I \times R \dots \dots (30)$$

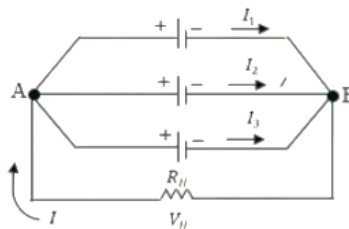
(Giancoli, 2001: 67).

Berdasarkan kajian di atas dapat disimpulkan nilai kuat arus yang melewati hambatan pada rangkaian seri dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$I = \frac{n \varepsilon}{R + nr}$$

2. Rangkaian baterai paralel

Rangkaian baterai paralel adalah suatu penyusunan komponen baterai dimana tegangan terbagi untuk melewati komponen secara serentak yaitu $V_t = V_1 = V_2 = V_3$. Tegangan pada Gambar 6. yaitu V_{AB} pada saat arus yang mengalir sama dengan nol dinamakan dengan Gaya Gerak Listrik (GGL) yaitu tegangan yang berasal dari sumber tegangan sebelum mengalirkan arus. Tetapi jika sumber tegangan sudah dipakai untuk mengalirkan arus listrik maka nilai beda potensialnya merupakan besar nilai dari tegangan jepit (Giancoli, 2001: 68). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa baterai yang dirangkai paralel memiliki nilai tegangan sama. Selain itu, Gaya Gerak Listrik (GGL) pada baterai terjadi ketika arus yang mengalir sama dengan nol, sedangkan tegangan jepit pada baterai terjadi ketika sumber tegangan sudah dipakai untuk mengalirkan arus.



Gambar 6. Rangkaian Baterai yang disusun Paralel

(Giancoli, 2001: 68).

Jika n buah baterai yang mempunyai tegangan sejenis memiliki nilai ggl ε dan hambatan dalam r , bila dirangkai secara paralel akan memiliki ggl pengganti dan hambatan dalam pengganti paralel masing-masing yaitu:

$$\varepsilon_p = \varepsilon \dots \dots (31)$$

$$R_p = \frac{r}{n} \dots \dots (32)$$

Dengan menggabungkan persamaan (31) (32) dan (20) menghasilkan persamaan kuat arus yang melewati hambatan sebagai pada rangkain paralel sebagai berikut.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_p + R} \dots \dots (33)$$

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{r}{n} + R} \dots \dots (34)$$

Dengan nilai tegangan jepit pada baterai VAB memenuhi persamaan berikut.

$$V = \varepsilon - I_c \cdot R$$

(Giancoli, 2001: 68).

Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa nilai kuat arus yang melewati hambatan pada rangkaian paralel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$I = \frac{\varepsilon}{\frac{r}{n} + R}$$

2.1.5. Lampu Penerangan

Rangkaian *Light Emitting Diode* (LED) dapat dimanfaatkan untuk lampu penerangan seperti penerangan rumah maupun jalan (Tarigan, 2020). Pengertian *Light Emitting Diode* (LED) adalah suatu komponen elektronika yang disebut dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). *Light Emitting Diode* (LED) terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya (Sofijanto *et al.*, 2022). Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa rangkaian *Light Emitting Diode* (LED) dapat dimanfaatkan sebagai lampu penerangan yang terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah.

Karakteristik *chip Light Emitting Diode* (LED) pada umumnya adalah memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi, namun apabila diberikan tegangan yang terlalu besar, *Light Emitting Diode* (LED) akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju (Tarigan, 2020). Keunggulan dari *Light Emitting Diode* (LED) menurut (Yulianto dkk, 2014) antara lain berikut.

1. Memiliki intensitas, terang yang tinggi dan efisiensi tinggi.
2. Kebutuhan tegangan dan arus yang rendah

3. Tahan terhadap guncangan dan getaran
4. Tidak memancarkan sinar *Ultraviolet* (UV)
5. Mudah dikontrol dan diprogram
6. Lebih dari 50 persen energi listrik pada *Light Emitting Diode* (LED) diubah menjadi cahaya
7. Setiap 1 watt listrik mampu menghasilkan cahaya berintensitas 70-100 lumen
8. Usia pakai bisa lebih lama hingga 50.000 jam.
9. Menghasilkan warna yang bervariasi sehingga lebih menarik.
10. Harga relatif lebih murah.

Berdasarkan kajian di atas peneliti menyimpulkan bahwa karakteristik dioda pada *Light Emitting Diode* (LED) yaitu tidak boleh diberikan tegangan yang terlalu besar agar tidak rusak, namun penggunaan *Light Emitting Diode* (LED) lebih efisien dan memiliki banyak keunggulan.

Warna cahaya yang diperoleh lampu *Light Emitting Diode* (LED) bergantung pada campuran materi penyusun diodanya. Misalnya, campuran aluminium, galium, dan arsenik akan menghasilkan cahaya merah, perpaduan indium, galium, dan nitrida memberi warna biru (Yulianto dkk, 2014). Perhitungan daya pada lampu *Light Emitting Diode* (LED) menurut (Tarigan, 2020) dapat dihitung dengan persamaan: $P = VI$.

2.1.6. Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Model pembelajaran inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) adalah model pembelajaran yang menekankan pada proses penemuan konsep dan hubungan antar konsep dimana siswa merancang sendiri prosedur percobaan sehingga peran siswa lebih dominan, sedangkan guru membimbing siswa kearah yang tepat/benar (Sukma, Komariyah, L., & Syam, M. 2016). Model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam memahami sains dengan berpartisipasi secara langsung (*hands on*), terbuka (*open ended*) dan berpusat pada siswa (Irinoye *et al.*, 2014). Model pembelajaran inkuiri terbimbing

memiliki ciri utama yaitu melibatkan siswa secara maksimal dalam kegiatan pembelajaran sehingga dapat mendorong seluruh kemampuan siswa dalam mencari dan menyelidiki sesuatu secara sistematis, kritis, logis dan analitis hingga menemukan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri.

Proses pembelajaran dengan menggunakan model inkuiri terbimbing biasanya dilakukan dengan metode tanya jawab yang berlangsung antara guru dan siswa (Mudlofir & Rusydiyah, 2016: 55). Pembelajaran dengan pendekatan inkuiri memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan, merumuskan prediksi, mengumpulkan dan menganalisis data, mengembangkan prinsip-prinsip ilmiah, mensintesis hukum, dan membuat dan uji hipotesis untuk menghasilkan penjelasan (Wenning, 2011). Adapun pada penelitian pengembangan ini menggunakan model pembelajaran menurut Wena, (2009: 50) dengan langkah-langkah pembelajaran yaitu penyajian masalah, pengumpulan data dan verifikasi, pengumpulan data eksperimentasi, organisasi data dan formulasi kesimpulan, analisis proses *inquiry* yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Langkah-Langkah Model Pembelajaran Inkuiri

No (1)	Langkah Pembelajaran (2)	Kegiatan Guru (3)	Kegiatan Peserta Didik (4)
1	Penyajian masalah	Menyajikan permasalahan melalui fenomena	Mengidentifikasi dan <i>merumuskan masalah.</i>
2	Pengumpulan data verifikasi	Membimbing peserta didik untuk membuat hipotesis Membimbing peserta didik untuk menentukan variabel percobaan	<i>Membuat hipotesis</i> dalam bentuk pernyataan (jika.. maka..) berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat <i>Menentukan variabel</i> percobaan berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat
3	Pengumpulan data eksperimentasi	Membimbing peserta didik untuk mengumpulkan data atau informasi terkait variabel percobaan Membimbing peserta didik untuk melakukan eksperimen	Melakukan pengumpulan data atau informasi terkait variabel percobaan <i>Melakukan eksperimen</i>

No (1)	Langkah Pembelajaran (2)	Kegiatan Guru (3)	Kegiatan Peserta Didik (4)
		Membimbing peserta didik untuk melakukan perubahan variabel manipulasi (pengukuran variabel respon). Membimbing siswa Mengamati perubahan yang terjadi Membimbing dan mengarahkan pertanyaan-pertanyaan peserta didik	Melakukan perubahan variabel manipulasi (pengukuran variabel respon) Mencatat dan menganalisis hasil eksperimen Mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait dengan eksperimen yang dilakukan
		Membimbing cara-cara mencari atau pengumpulan data	Melakukan pengumpulan data
		Membimbing cara-cara mentabulasi data Membimbing mengklarifikasi data Menumbuhkan dan meningkatkan interaksi antar siswa	Membuat tabulasi atau penataan data Mengklarifikasi data sesuai dengan kategori Berinteraksi dan bekerja sama sesama anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran
4	Organisasi data dan formulasi kesimpulan	Membimbing peserta didik melakukan penataan data atau hasil eksperimen dalam bentuk tabel dan grafik. Membimbing peserta didik untuk menjelaskan hasil eksperimen	Melakukan penataan atau interpretasi terhadap hasil eksperimen atau uji coba dalam bentuk tabel dan grafik. Menjelaskan hasil eksperimen
5	Analisis proses <i>Inquiry</i>	Membimbing peserta didik menganalisis tahap-tahap <i>inquiry</i> yang telah dilaksanakan Membimbing peserta didik melihat kelemahan-kelemahan atau kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi dalam proses eksperimen	Menganalisis tahap-tahap <i>inquiry</i> yang telah dilaksanakan Menganalisis kelemahan atau kesalahan yang mungkin terjadi dalam proses eksperimen

2.2. Penelitian Relevan

Penelitian ini dilakukan dengan berdasarkan referensi penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian relevan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penelitian Relevan

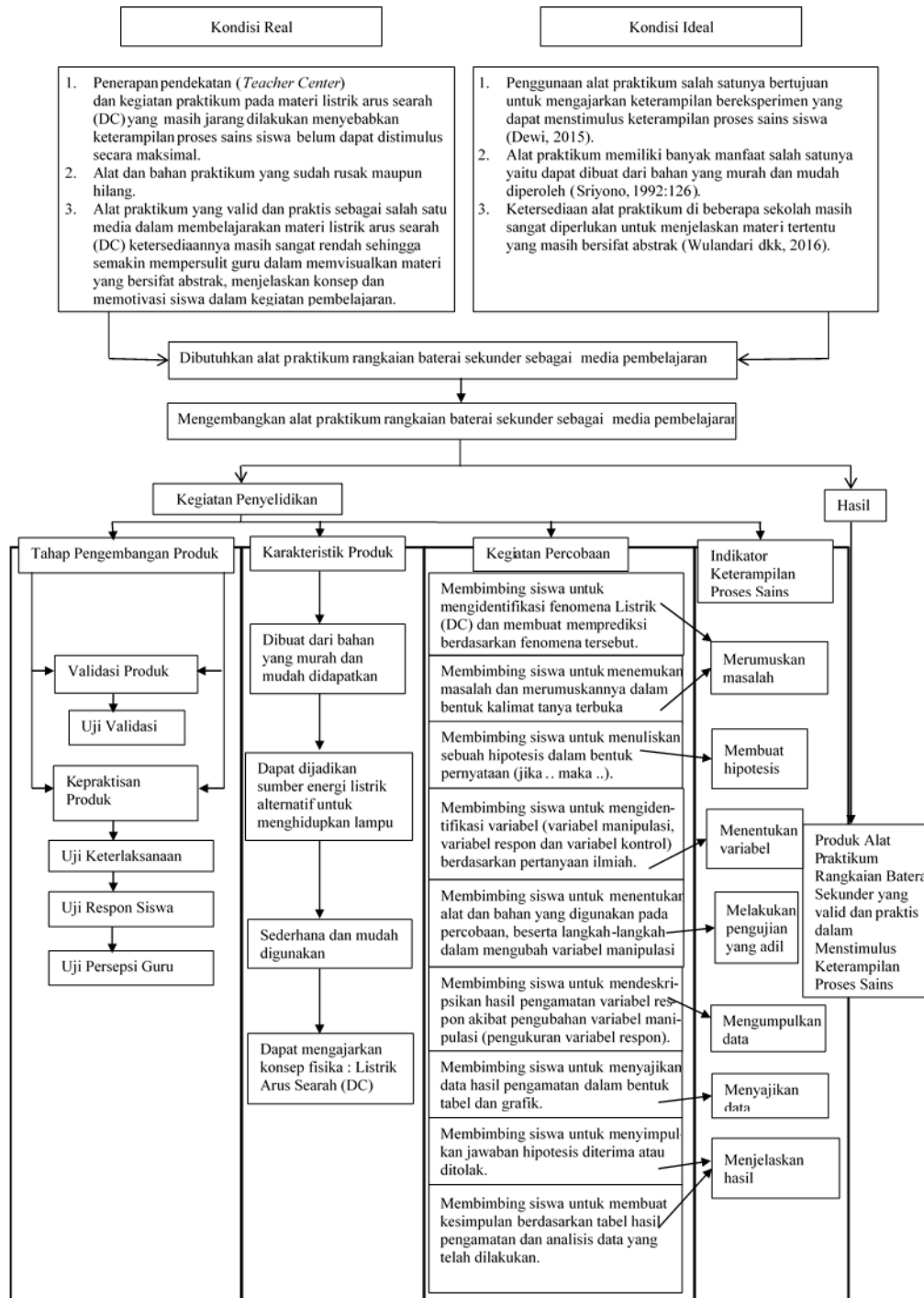
No (1)	Nama Peneliti/Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	M.G Nugraha, S Utari, D Saepuzaman., dkk 2019.	<i>Development of basic physics experiments based on science process skills to enhance mastery concepts of physics pre-service teachers in Melde's law.</i>	Pengembangan percobaan fisika dasar berbasis SPS dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa pada materi Hukum Melde.
2.	Putra, Zhorif Zhenjaya Zheptama, Hartono Hartono, and Kustori Kustori. 2019	Sistem Pengisian Baterai Sekunder Secara Otomatis Berbasis Microcontroller Sebagai Media Pembelajaran di laboratorium Politeknik Penerbangan Surabaya	Baterai sekunder berupa baterai NiMH yang paling dominan digunakan karena dapat diisi ulang ratusan kali dan mudah didapat.
3.	Efendi, A., Bakri, F., & Budi, E. 2019.	Pengembangan alat praktikum rangkaian listrik arus searah di kelas XII SMA	Alat praktikum sebagai media pembelajaran fisika SMA untuk menganalisis berbagai rangkaian pada rangkaian listrik arus searah (DC).
4.	Naj'iyah, A. L., Suyatna, A., & Abdurrahman, A. 2020.	Modul Interaktif Efek Fotolistrik Berbasis LCDS untuk Menstimulus Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses Sains	Penerapan modul interaktif dapat digunakan untuk mendeskripsikan sejauhmana kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains dapat terstimulus.
5.	Setiawan, R. J., & Suryanto, I. D. 2021.	Pemanfaatan Ekstrak Lidah Buaya Sebagai Bio-Baterai Untuk Sumber Energi Peralatan Elektronik	Box baterai ekstrak lidah buaya, tegangan yang dihasilkan baterai dari ekstrak lidah buaya dengan rangkaian seri adalah 71,5 volt, yang mampu menyalakan lampu LED, lampu pijar 6V dan mini panel <i>electrical control</i> 12V.

No (1)	Nama Peneliti/Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
6.	Anisa, Z., & Setyaningrum, D. 2022.	Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Baterai Dengan Elektroda Tembaga – Aluminium	Baterai dengan sel baterai berupa air laut-air garam yang dibuat untuk menyalakan lampu LED maupun bohla lampu rumahan, dengan besar arus yang dihasilkan 13,56mA.
7.	Rahayu, T. E. P. S., Nurhilal, M., & Dwityaningsih, R. 2023.	Analisis Porositas, Tekstur, dan Morfologi Karbon Tempurung Nipah Hasil Pirolisis Suhu Tinggi Untuk Anoda Baterai Sekunder	Baterai sekunder yang memanfaatkan sodium dapat digunakan sebagai alternatif pengganti insersi litium yang ketersediaannya sudah semakin berkurang di seluruh dunia.

2.3. Kerangka Pemikiran

Alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa yang ditinjau dari ketercapaian indikator keterampilan proses sains. Aktivitas pada siswa dirancang agar mereka dapat belajar secara mandiri dengan dibimbing oleh guru yang memberikan stimulus keterampilan proses sains. Aktivitas diawali dengan membimbing siswa untuk mengidentifikasi fenomena Listrik arus searah (DC) dalam kehidupan sehari-hari agar dapat membuat prediksi berdasarkan fenomena yang disajikan. Aktivitas selanjutnya dilakukan dengan membimbing siswa untuk menemukan masalah berdasarkan prediksi yang telah dibuat, sehingga mereka mampu *merumuskan masalah* dalam bentuk kalimat tanya terbuka. Kemudian, siswa dibimbing untuk *membuat hipotesis* dalam bentuk pernyataan (jika.. maka..) berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat. Aktivitas selanjutnya, siswa dibimbing untuk dapat *menentukan variabel* percobaan dengan mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon dan variabel kontrol berdasarkan pertanyaan-pertanyaan ilmiah (rumusan masalah). Kemudian siswa dibimbing untuk *melakukan pengujian yang adil* dengan menentukan alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan beserta langkah-langkah dalam

mengubah variabel manipulasi (pengulangan dalam variabel manipulasi). Setelah melaksanakan percobaan siswa diminta untuk *mengumpulkan data* dengan mendeskripsikan hasil pengamatan variabel respon sebagai akibat dari perubahan variabel manipulasi (pengukuran variabel respon). Kemudian, siswa diminta untuk *menyajikan data* hasil pengamatan dalam bentuk tabel dan grafik. Setelah itu, pada tahap terakhir siswa dibimbing untuk *menjelaskan hasil* dengan menyimpulkan apakah jawaban hipotesis sebelumnya diterima atau ditolak dan kemudian membuat kesimpulan berdasarkan tabel hasil pengamatan dan analisis data yang telah dilakukan. Adapun kerangka pemikiran pada penelitian pengembangan ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bagan Kerangka Pemikiran

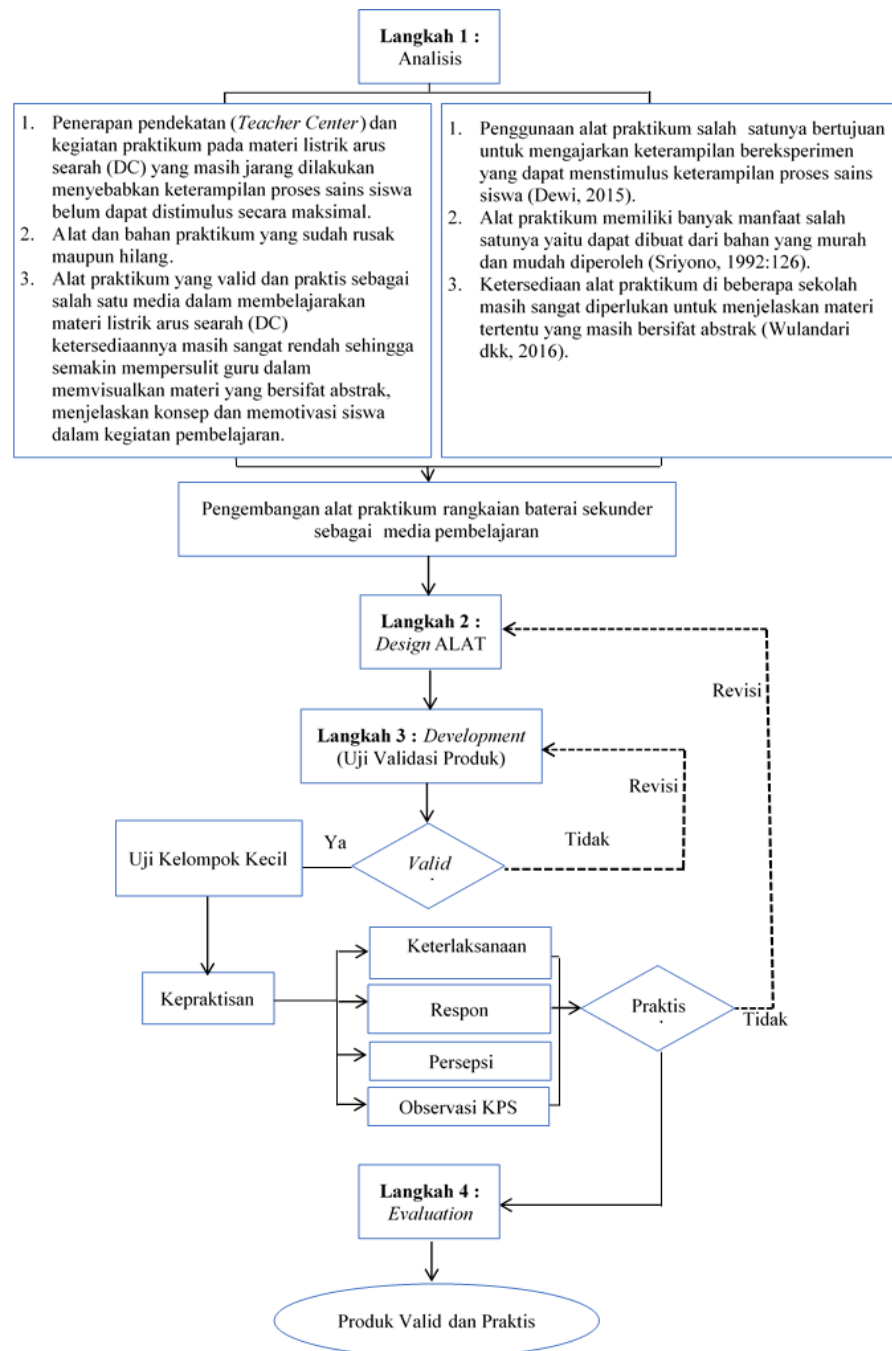
III. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian pengembangan ini menggunakan pendekatan *Design and Development Research* (DDR) yang diadaptasi dari prosedur penelitian menurut Richey and Klien (2007). *Design and Development Research* (DDR) adalah pendekatan terstruktur yang melibatkan beberapa proses, yaitu proses analisis, desain, pengembangan dan evaluasi yang didasarkan pada penelitian empiris (Richey and Klien (2007)). Penelitian ini dilakukan didasarkan oleh wawancara terhadap guru, siswa dan telaah Pustaka.

3.2. Prosedur Penelitian Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan ini menggunakan pendekatan *Design and Development Research* (DDR) yang diadaptasi dari prosedur penelitian menurut Richey and Klien (2007), terdiri atas 4 tahapan yaitu, analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Prosedur penelitian pengembangan ini secara rinci dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alur Penelitian

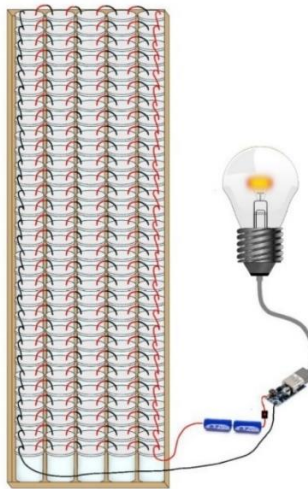
1. Analisis (*Analysis*)

Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi masalah, harapan dan solusi yang dapat diterapkan di lapangan. Proses identifikasi masalah pada penelitian pengembangan ini dilakukan melalui wawancara guru secara langsung dan melalui media *google form*. Informasi

yang diperoleh dari analisis kebutuhan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, sekolah masih membutuhkan media pembelajaran seperti alat praktikum sebagai pemenuhan kebutuhan alat dan bahan praktikum pada materi listrik arus searah (DC) guna menstimulus keterampilan proses sains siswa. Analisis kebutuhan juga didukung oleh beberapa informasi yang diperoleh melalui studi literatur, maupun internet.

2. Desain (*Design*)

Tahap *design* (desain) adalah tahap merancang produk yang akan dikembangkan yaitu berupa alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk megajarkan materi listrik arus searah (DC). Perancangan pada tahap *design* ini dilakukan sembari mengumpulkan referensi untuk membuat alat praktikum rangkaian baterai sekunder, serta dilanjutkan dengan pembuatan instrumen berupa angket uji validasi, uji keterlaksanaan, uji respon siswa dan uji persepsi guru. Desain alat praktikum dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Desain Alat Praktikum.

3. Pengembangan (*Development*)

Setelah desain produk selesai, tahap selanjutnya, yaitu pengembangan atau pembuatan alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk lampu penerangan guna menstimulus keterampilan proses sains siswa pada materi listrik arus searah (DC) sesuai *design* yang telah dibuat sebelumnya.

a. Alat dan Bahan Pembuatan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan baterai sekunder terdiri dari sebagai berikut.

- 1). Batang karbon. Bahan ini diperoleh dari baterai bekas yang kemudian diambil batang karbonnya. Pada pembuatan baterai sekunder ini, batang karbon dimanfaatkan sebagai anoda (elektroda positif) sebagai tempat terjadinya reaksi oksidasi. Jumlah batang karbon yang dibutuhkan dalam pembuatan setiap baterai sekunder adalah satu buah.
- 2). Alumunium (Al). Pada pembuatan baterai sekunder ini, alumunium dimanfaatkan sebagai katode (elektroda negatif) sebagai tempat terjadinya reaksi. Alumunium yang digunakan pada pembuatan satu baterai sekunder berupa potongan lembaran kecil berukuran panjang 3 cm dan lebar 1 cm.
- 3). Kabel tunggal. Pembuatan satu buah baterai sekunder membutuhkan kabel tunggal berukuran panjang kurang lebih 9 cm. Kabel tunggal berfungsi sebagai penghantar listrik
- 4). Bubuk agar-agar plain. Pada pembuatan 10 baterai sekunder dibutuhkan kurang lebih 2 bungkus bubuk agar-agar plain.
- 5). Bubuk $FeCl_3$. Pada pembuatan 10 baterai sekunder dibutuhkan kurang lebih 250 gram bubuk $FeCl_3$.
- 6). Garam ikan. Pada pembuatan baterai sekunder ini, dibutuhkan kurang lebih kurang lebih 3 bungkus garam ikan.
- 7). Bubuk $AlCl_3$. Pada pembuatan satu buah baterai sekunder dibutuhkan kurang lebih 4 gram bubuk $AlCl_3$.
- 8). Aquades. Pembuatan 10 buah baterai sekunder membutuhkan kurang lebih 2 liter aquades yang digunakan sebagai pelarut.
- 9). Kapas, berfungsi untuk memadatkan larutan elektrolit agar tidak tumpah dan lebih aman ketika dibawa. Jumlah yang digunakan secukupnya.
- 10). Lem bakar dan lem tembak, berfungsi merekatkan dan merapihkan tampilan baterai.

- 11). Plastik hitam dan lem aquarium, berfungsi melindungi sambungan kabel agar tidak terkena larutan elektrolit.
- 12). Cup urin 20 cc, berfungsi sebagai wadah yang digunakan untuk meletakkan larutan elektrolit, elektroda dan jembatan garam dalam pembuatan alat praktikum baterai sekunder.
- 13). Sedotan, berfungsi sebagai wadah jembatan garam dan pelindung agar tidak bercampur dengan larutan elektrolit secara langsung.
- 14). Kotak instrument terpadu, berfungsi sebagai wadah dan pelindung baterai sekunder dari gesekan maupun benturan benda asing. Satu buah kotak instrument terpadu dapat menampung maksimal 5 baterai sekunder yang siap dirangkai.

b. Prosedur Pembuatan

Adapun prosedur pembuatan baterai sekunder adalah sebagai berikut.

- 1). Membuat larutan elektrolit. Pada pembuatan baterai sekunder ini, menggunakan larutan elektrolit berupa larutan $NaCl$ jenuh, $FeCl_3$ jenuh dan $AlCl_3$ jenuh. Larutan $FeCl_3$ jenuh dibuat dengan cara melarutkan bubuk $FeCl_3$ jenuh dengan aquades sampai jenuh (sampai tidak dapat larut). Adapun pembuatan larutan $NaCl$ jenuh dan $AlCl_3$ jenuh juga sama seperti sebelumnya, yaitu dengan melarutkan garam $NaCl$ maupun garam $AlCl_3$ dengan aquades sampai jenuh (sampai tidak larut atau timbul endapan).
- 2). Membuat jembatan garam. Pembuatan jembatan garam dilakukan dengan mencampurkan kurang lebih 2 bungkus bubuk agar-agar plain dengan larutan $NaCl$ jenuh berukuran 900 ml. Setelah itu, campuran bahan dimasak kalis untuk kemudian dimasukkan ke dalam dua buah sedotan yang telah dihubungkan dengan membentuk pipa U.

- 3). Membuat elektroda positif (anoda) dan elektroda negatif (katoda). Pembuatan ini dilakukan dengan cara menghubungkan batang karbon dengan kabel tunggal berukuran panjang kurang lebih 9 cm. Sedangkan cara yang sama juga dilakukan pada pembuatan elektroda negatif (katoda), yaitu dengan menghubungkan lembaran aluminium kecil berukuran panjang 3 cm dan lebar 1 cm dengan kabel tunggal. Selanjutnya merapihkan sambungan kabel dengan aluminium maupun batang karbon menggunakan plastik hitam yang direkatkan menggunakan korek api. Agar menghindari korslet yang disebabkan oleh rembesan larutan elektrolit, sambungan kabel yang telah dilapisi plastik hitam diberikan lem aquarium agar lebih aman.

- 4). Memasukan komponen baterai sekunder dalam wadah. Pembuatan satu buah baterai sekunder dilakukan dengan cara meletakkan elektroda positif (anoda) maupun elektroda negatif (katoda) pada cup berukuran 20 cc, dengan diikuti oleh larutan elektrolit dan jembatan garam. Satu buah baterai sekunder terdiri dari dua buah cup yang berisi larutan elektrolit dan elektroda yang berbeda. Cup yang pertama berisi elektroda positif, jembatan garam dan larutan $FeCl_3$ jenuh. Sedangkan cup yang kedua berisi elektroda negatif, jembatan garam dan larutan $AlCl_3$ jenuh. Pemberian larutan elektrolit (larutan $FeCl_3$ jenuh dan $AlCl_3$ jenuh) disesuaikan dengan ukuran cup yang digunakan sampai mengenai bagian batang karbon maupun aluminium yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan elektroda. Selanjutnya, memasukkan kapas pada masing-masing cup yang telah diisi dengan larutan elektrolit, elektroda dan jembatan garam. Kapas ini berguna agar larutan elektrolit yang ada di dalam cup tidak mudah tumpah. Apabila seluruh komponen penyusun baterai sekunder telah

dimasukkan ke dalam cup, tutup menggunakan penutup yang telah dilubangi sebelumnya. Kemudian, jembatan garam yang terdapat pada masing-masing cup dihubungkan hingga membentuk pipa U.

- 5). Merapihkan tampilan baterai sekunder. Proses ini dilakukan dengan cara memberikan lem tembak pada sambungan jembatan garam, menutup lubang pada tempat keluarnya elektroda dan merekatkan dua cup yang berisi larutan elektrolit serta elektroda yang berbeda. Setelah itu, memasukkan baterai sekunder ke dalam kotak instrument terpadu.

Video pembuatan produk dapat diakses pada link berikut.

<https://drive.google.com/file/d/18iYabaT3nc9McFtSryuTHs9Y9tuMvLQo/view?usp=sharing>

c. Prosedur pengujian

Adapun prosedur pengujian baterai sekunder adalah sebagai berikut.

- 1). Mengukur tegangan listrik baterai
Pengukuran tegangan baterai dilakukan menggunakan multimeter, dengan menghubungkan kabel merah yang terdapat pada multimeter ke anoda dan kabel hitam ke katoda.
- 2). Mengukur hambatan dalam baterai
Baterai diukur hambatan dalamnya menggunakan potensio linier berukuran 50 k Ω . Pengukuran ini dilakukan dengan menghubungkan baterai pada potensio linier melalui kabel penghubung. Kemudian hubungkan multimeter pada sambungan potensio dan baterai. Selanjutnya, putar potensio linier sampai tegangan baterai menunjukkan (1/2) setengah dari tegangan asli baterai. Setelah itu, hambatan dalam baterai dapat diukur menggunakan multimeter.

- 3). Mengukur arus listrik baterai
Pengukuran arus listrik pada baterai dapat dilakukan setelah mengetahui nilai tegangan baterai dan hambatan dalam pada baterai kemudian nilai arus listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

dengan nilai $R = r = r_d$

- 4). Merangkai baterai menjadi rangkaian seri.
Proses ini dilakukan dengan mengkaitkan dua kabel yang berbeda jenis (kutub positif dengan kutub negatif begitupula sebaliknya).
- 5). Menghitung tegangan total, hambatan dalam total dan arus listrik total pada rangkaian seri.
Proses ini dilakukan dengan menjumlahkan tegangan listrik, hambatan dalam dan arus listrik yang telah diperoleh pada pengukuran setiap baterai sebelumnya.
- 6). Menghitung daya baterai
Perhitungan daya dilakukan dengan menggunakan rumus
- $$P = VI$$
- Setelah itu, menghitung daya total yang dihasilkan oleh rangkaian baterai sekunder dengan menjumlahkan daya yang dimiliki oleh setiap baterai pada proses pengukuran sebelumnya.
- 7). Menghubungkan rangkaian baterai sekunder pada lampu.
Baterai sekunder yang telah dirangkai secara seri kemudian dihubungkan pada lampu DC dengan memperhitungkan daya input yang dihasilkan oleh baterai sekunder yang telah dirangkai seri dengan daya output yang dibutuhkan oleh beban (lampu DC).

Kemudian dilakukan uji validasi pada produk alat praktikum yang telah dihasilkan untuk mengetahui kevalidan alat. Selanjutnya, dilakukan uji kelompok kecil untuk mengetahui kepraktisan produk melalui uji keterlaksanaan, uji respon siswa, uji persepsi guru dan uji observasi KPS. Pada uji kepraktisan dalam melakukan observasi KPS siswa diterapkan model pembelajaran Inkuiri terbimbing yang diadaptasi dari (Wena, 2009: 50).

4. Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap *evaluation* (evaluasi) dilakukan untuk melihat apakah kegiatan di setiap tahapan prosedur pengembangan telah sesuai dan berjalan dengan baik atau tidak. Evaluasi yang dilakukan pada pengembangan alat praktikum fisika untuk membelajarkan materi listrik arus searah (DC) adalah evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif ini akan dilakukan pada setiap tahapan prosedur pengembangan yaitu pada tahap analisis, perencanaan, pengembangan dan implementasi. Hasil dari evaluasi formatif ini nantinya akan digunakan sebagai bahan revisi. Evaluasi sumatif dilakukan setelah uji keterlaksanaan, uji respon siswa, uji persepsi guru dan uji observasi Keterampilan Proses Sains (KPS) telah selesai dilaksanakan. Evaluasi sumatif ini dilakukan untuk mengetahui pencapaian dari proses penelitian.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini, yaitu pedoman wawancara dan angket.

1. Pedoman Wawancara

Pelaksanaan wawancara dilakukan secara langsung maupun secara tidak langsung melalui penyebaran *google form* kepada guru dan siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) sebagai analisis kebutuhan yang dimaksudkan untuk mengetahui pembelajaran listrik arus searah (DC) di sekolah, serta sejauh mana diperlukannya alat praktikum rangkaian baterai sekunder untuk membelajarkan materi tersebut. Berfungsi sebagai alat pengumpul data yang dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan informasi mengenai proses

pembelajaran dan media yang digunakan guru ketika mengajarkan materi listrik arus searah (DC). Selain itu, wawancara digunakan untuk mengetahui tanggapan siswa dan guru mengenai alat praktikum yang akan dibuat dan digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

2. Angket

Pada penelitian pengembangan ini angket digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam mengembangkan alat praktikum rangkaian baterai sekunder.

a. Angket Uji Validasi

Angket ini bertujuan untuk dapat mengetahui tingkat kevalidan alat praktikum sehingga dapat memberikan informasi bahwa alat praktikum valid atau tidak digunakan sebagai pendamping guru dalam kegiatan pembelajaran. Angket ini diujikan kepada tiga orang ahli, melalui 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: 131) yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala *Likert* pada Angket Uji Validasi

Aspek yang dinilai (1)	Skor (2)			
	4	3	2	1
Materi	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Ilustrasi	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kualitas dan Tampilan Media	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Daya Tarik	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Ketersediaan Alat dan Bahan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

b. Angket Uji Keterlaksanaan

Angket ini diisi oleh 10 siswa pada kelompok kecil yang bertujuan untuk mengetahui kepraktisan penggunaan alat peraga rangkaian baterai sekunder yang dikembangkan dalam terlaksananya proses pembelajaran.

Angket ini diadaptasi dari (Festiana *et al.*, 2019) yaitu kemenarikan, kemudahan penggunaan, kepraktisan penggunaan dan keberfungsian penggunaan. Sistem penskoran menggunakan skala *Likert* diadaptasi dari Ratumanan dan Laurent (2011: 131) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Skala *Likert* Angket Uji Keterlaksanaan

Aspek yang dinilai (1)	Skor (2)			
	4	3	2	1
Kemenarikan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kemudahan dan Kepraktisan Penggunaan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Keberfungsian Penggunaan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

c. Angket Persepsi Guru

Angket persepsi diisi oleh guru yang bertujuan untuk mengetahui persepsi guru mengenai kepraktisan alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang dikembangkan apabila digunakan dalam proses pembelajaran. Angket ini diadaptasi dari (Zahroni, 2019) yaitu efektif, interaktif, efisien dan kreatif. Selain itu Sistem penskoran pada angket ini juga menggunakan skala *Likert* yang diadaptasi dari *Ratumanan dan Laurent* (2011) dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Skala *Likert* pada Angket Persepsi Guru

Aspek yang diamati (1)	Skor (2)			
	4	3	2	1
Efektif	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Interaktif	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Efisien	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kreatif	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

d. Angket Respon Siswa

Angket respon peserta didik diisi oleh 10 siswa pada kelompok kecil yang bertujuan untuk mengetahui pendapat siswa mengenai kepraktisan alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang dikembangkan. Angket ini diadaptasi dari (Putriana, 2022) dengan aspek yang dinilai yaitu

kemudahan, motivasi, kemenarikan dan kebermanfaatan. Sistem penskoran menggunakan skala *Likert* yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurent (2011: 131) yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Skala Likert pada Angket Respon Siswa

Aspek yang dinilai (1)	Skor (2)			
	4	3	2	1
Kemudahan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Motivasi	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kemenarikan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kebermanfaatan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

e. Angket Observasi Keterampilan Proses Sains (KPS)

Angket Observasi Keterampilan Proses Sains (KPS) diisi oleh peneliti yang bertujuan untuk mengetahui apakah penggunaan alat praktikum yang dikembangkan dapat menstimulus keterampilan proses sains siswa.

Angket ini diadaptasi dari (Febriansyah, 2021) dengan indikator KPS menurut (Hartono, 2014) yaitu merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, melakukan pengujian yang adil, mengumpulkan data, menyajikan data dan menjelaskan hasil. Sistem penskoran menggunakan skala *Likert* dari Ratumanan dan Laurent (2011: 131) seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Skala Likert pada Angket Observasi Keterampilan Proses Sains (KPS)

Indikator KPS (1)	Skor (2)			
	4	3	2	1
Merumuskan masalah	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Membuat hipotesis	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Menentukan Variabel	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Melakukan pengujian yang adil	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Mengumpulkan data	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Menyajikan data	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Menjelaskan hasil.	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

3.4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian pengembangan ini adalah dengan cara menganalisis hasil skala uji validasi penilaian angket uji keterlaksanaan, respon siswa, persepsi guru dan observasi KPS terhadap penggunaan produk yang dikembangkan.

1. Analisis Data Uji Validasi

Uji validitas alat praktikum digunakan untuk mendapatkan data kevalidan alat praktikum sebagai media pembelajaran yang dikembangkan. Data kevalidan diperoleh dari penilaian oleh uji ahli. Analisis skala uji ahli yang terdiri dari beberapa aspek uji ahli yang meliputi uji ahli pada aspek materi, uji ahli pada aspek ilustrasi, uji ahli pada aspek kualitas dan tampilan media, uji ahli pada aspek daya tarik, dan uji ahli pada aspek ketersediaan alat dan bahan memiliki empat pilihan skor jawaban yang sesuai dengan konten pertanyaan. Instrumen yang digunakan memiliki empat pilihan jawaban, sehingga skor penilaian total dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Skor penilaian} = \frac{\text{jumlah skor pada instrumen}}{\text{jumlah nilai skor tertinggi}} \times 4$$

Data yang diperoleh dari hasil uji validasi kemudian dikonversi agar diketahui kriterianya. Pengkonversian skor penilaian diadaptasi dari (Sugiyono, 2019) seperti pada Tabel 12.

Tabel 12. Konversi Skor Penilaian Uji Validasi

Aspek yang diamati (1)	Skor (2)			
	4 3,26 - 4,00	3 2,51 - 3,25	2 1,76 - 2,50	1 1,00 - 1,75
Materi	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
Ilustrasi	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
Kualitas dan Tampilan Media	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
Daya Tarik	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid
Ketersediaan Alat dan Bahan	Sangat Valid	Valid	Kurang Valid	Tidak Valid

2. Analisis Data Uji Keterlaksanaan

Data uji keterlaksanaan digunakan untuk mendapatkan data kepraktisan alat praktikum baterai sekunder yang dikembangkan dalam keterlaksanaan pembelajaran. Data yang diperoleh diadaptasi dari uji kepraktisan menurut (Festiana et al., 2019) yaitu kemenarikan, kemudahan penggunaan, kepraktisan penggunaan dan keberfungsian penggunaan. Instrumen yang digunakan memiliki empat pilihan jawaban, sehingga skor penilaian total dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor penilaian} = \frac{\text{jumlah skor pada instrumen}}{\text{jumlah nilai skor tertinggi}} \times 4$$

Data yang diperoleh dari hasil uji keterlaksanaan kemudian dikonversi agar diketahui kriterianya. Pengkonversian skor penilaian diadaptasi dari (Sugiyono, 2019) seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Konversi Skor Penilaian Uji Keterlaksanaan

Aspek yang diamati (1)	Skor (2)			
	4 3,26 - 4,00	3 2,51 - 3,25	2 1,76 - 2,50	1 1,00 - 1,75
Kemenarikan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kemudahan Penggunaan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Kepraktisan Penggunaan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik
Keberfungsian Penggunaan	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik	Tidak Baik

3. Analisis Data Uji Respon Siswa, Persepsi Guru dan Observasi Keterampilan Proses Sains

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kepraktisan alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang dikembangkan dalam pembelajaran berdasarkan respon siswa, persepsi guru dan observasi keterampilan proses sains. Hasil analisis data respon siswa, persepsi guru dan observasi keterampilan proses sains dianalisis dengan menggunakan rumus berikut.

$$NP = \frac{\sum}{SM} \times 100\%$$

Keterangan: NP = Nilai persen yang dicari

\sum = Jumlah skor penilaian

SM = Skor Maksimum

Hasil analisis kemudian dikelompokkan menurut persentase penilaian yang diadaptasi dari Suwastono, (2011), yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Klasifikasi tingkat pencapaian hasil belajar kognitif

Tingkat Pencapaian (1)	Kualitatif (2)
90%-100%	Sangat baik
75%-89%	Baik
65%-74%	Cukup
55%-64%	Kurang baik
0%-54%	Sangat kurang

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Produk yang dikembangkan berupa alat praktikum rangkaian baterai sekunder dengan karakteristik memiliki tampilan sederhana, mudah digunakan dan dapat dibuat dari bahan yang mudah ditemukan.
2. Alat praktikum rangkaian baterai sekunder sebagai media pembelajaran Listrik Arus Searah (DC) untuk menstimulus keterampilan proses sains siswa dinyatakan sangat valid berdasarkan uji ahli.
3. Alat praktikum rangkaian baterai sekunder sebagai media pembelajaran Listrik Arus Searah (DC) untuk menstimulus keterampilan proses sains sangat praktis digunakan sebagai alat praktikum pada materi Listrik Arus Searah (DC) untuk siswa SMA berdasarkan uji keterlaksanaan, respon siswa, persepsi guru, dan observasi Keterampilan Proses Sains (KPS).

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran pada penelitian ini yaitu:

1. Guru sebaiknya menggunakan alat praktikum rangkaian baterai sekunder sebagai media pembelajaran pada materi Listrik Arus Searah (DC). Hal ini dilakukan agar siswa terbiasa membuat serta mengoperasikan alat dan bahan praktikum dalam pemecahan suatu permasalahan.
2. Penelitian terkait penggunaan alat praktikum rangkaian baterai sekunder dalam menstimulus keterampilan proses sains siswa sebaiknya dilaksanakan pada ruang lingkup yang lebih luas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui

keefektifan alat praktikum rangkaian baterai sekunder yang telah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 2017. Penerapan pemilihan media pembelajaran. *Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan* 1.1: 9-20.
- Abi Hamid, Mustofa, dkk. 2020. *Media pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis, Medan. 90 hlm.
- Abungu, H.E, Okere, M.I.O., & Wachanga, S.M. 2014. The Effect of Science Process Skills Teaching Approach on secondary School Student Achievement in Chemistry in Nyando District, Kenya. *Journal of Education and Social Research*. 4.6: 359.
- Afriyanto, E. 2015. Pengembangan media pembelajaran alat peraga pada materi hukum biot savart di SMA Negeri 1 Prambanan Klaten. *Jurnal riset dan kajian pendidikan fisika*, 2(1): 20.
- Aktamis, Hilal., & Ergin Omer. 2008. The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 9.1: 1–21.
- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. 2022. Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp yang dirangkai Seri dan Paralel Pada Instalasi *Plts Off-Grid*. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan* 8.1: 12-21.
- Annisa. 2020. *Modul Pembelajaran Fisika Listrik Arus Searah*. 1–38 hlm.
- Anisa, Z., & Setyaningrum, D. 2022. Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Baterai Dengan Elektroda Tembaga-Aluminium. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 19.2: 156-162.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Rajawali Press, Jakarta. 1-13 hlm.
- Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., & Saraswati, D. L. 2017. Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Mobile Learning berbasis Android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 57.

- Azhar Arsyad. 2007. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Beaumont-Walters, Y., & Soyibo, K. 2001. An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science & Technological Education*. 19.2: 133-145.
- Brady J. E. 1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur Jilid 1*. Erlangga, Jakarta. 45 hlm.
- Candra, Oriza Ori, dkk. 2020. Desain Sel Surya Untuk Kebutuhan Penerangan Rumah Tinggal. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science* 3.2: 199–206.
- Chiappetta, E.L. & Koballa, T.R. 2010. *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools Developing Fundamental Knowledge and Skills (7th ed)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Irdianti, I. 2019. Physics education students' science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*. 8.2: 293–298.
- Dewi, M. L. 2015. Pengembangan Modul Praktikum Fisika Berbasis Data Logger untuk SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF*, (4), 169-172. <https://rb.gy/cxpos>
- Devi, Poppy Kamalia. 2010. *Keterampilan Proses dalam Pembelajaran IPA untuk Guru SMP*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA): 29 hlm.
- Efendi, A., Bakri, F., & Budi, E. 2019. Pengembangan alat praktikum rangkaian listrik arus searah di kelas XII SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 3: 44-49. <https://rb.gy/z4a61>
- Festiana, I., Herlina, K., Kurniasari, L. S., and Haryanti, S. S. 2019. Damping Harmonic Oscillator (DHO) for learning media in the topic damping harmonic motion. *Journal of Physics: Conf. Series* 1157(03): 032062 p. IOP Publishing. <https://rb.gy/5jcjv>
- Gagne, R.M. (1965). *The Psychological Bases of Science a Process Approach*. Washington DC.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 2*, Terjemahan dari Physics: Principles with Applications Fifth Edition oleh Junaedi Habibillah. Erlangga, Jakarta. 60-68 hlm.
- Giancoli. 1998. *Fisika Edisi Kelima Jilid 2*. Erlangga, Jakarta. 53 hlm.
- Hamalik, Oemar. 1992. *Psikologi Belajar Mengajar*. Sinar Baru, Bandung. 90 hlm

- Harahap, M. R. 2016. Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1): 177–180.
- Hartono, O. W. R. 2014. Kefektifan Pembelajaran Praktikum IPA Berbantu LKS *Discovery* Untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains. *Unnes Physics Education Journal*, 3(1): 16–22.
- Hasan, M. H., Mahlia, T. M. I., & Nur, H. 2012. A review on energy scenario and sustainable energy in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4): 2316–2328.
- Hasanah, A., & Utami, L. 2017. Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 5(2): 56–64.
- Hendri, Y. N. 2015. Effect of banana peel type and fermentation time variation on the electricity of battery cells using a banana peel solution. *Pillar of Physics*, 6(2): 97-104.
- Irinoye, J., Bamidele, E. F., Adetunji, A. A., & Awodele, B. A. 2014. Relative Effectiveness of Guided and Demonstration Methods on Students' Performance in Practical Chemistry in Secondary Schools in Osun State, Nigeria. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 2(2): 21-30.
- Karo-Karo, I. R., & Rohani, R. 2018. Manfaat media dalam pembelajaran. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 7(1): 91-96.
- Khairati, N., Ghufron, M., & Pranata, K. B. 2018. Optimasi Kapasitas Baterai Dinamis Asam Timbal (*Redox Flow Battery*). *SMARTICS Journal*, 4(2): 44–48.
- Knight, J. B. 1878. Franklin institute. *Journal of the Franklin Institute*, 105(5): 359–360.
- Kusmaryono, H., & Setiawati, R. (2013). Penerapan *Inquiry Based Learning* untuk Mengetahui Respon Belajar Peserta Didik pada Materi Konsep dan Pengelolaan Koperasi. *Jurnal Pendidikan Ekonomi Dinamika Pendidikan*, 8(2), 133-145.
- Kustandi dan Sutjipto. 2011. *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Ghalia Indonesia, Bogor. 125 hlm.
- Mastuang, M., Sa'adah, A., Hartini, S., Wati, M., Mahtari, S., Misbah, M., & Sulaeman, N. F. 2020. Students' Worksheets on Work and Energy Using Kokami Media: An Effort to Increase the Student's Cognitive Achievement. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*. 9(1): 61–71.
- Mudlofir, A., & Rusydiyah, E. F. 2016. *Desain Pembelajaran Inovatif: dari*

- Teori ke Praktik*. Rajawali Pers, Jakarta. 55 hlm.
- Nana, S. 2010. *Dasar-dasar Proses Pembelajaran*. Sinar Baru, Bandung. 72 hlm.
- Naj'iyah, A. L., Suyatna, A., & Abdurrahman, A. 2020. Modul interaktif efek fotolistrik berbasis LCDS untuk menstimulus kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1): 79-94.
- Permendikbud. 2018. Permendikbud RI Nomor 37 tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. *JDIH Kemendikbud*, 2025: 1–527.
- Prakoso, J. W., Suwandi, & Fitriyanti, N. 2020. Sel Volta Dengan Metode Sel Elektrokimia the Effect of Variations of Electrode Sector Area and Concentration of Electrolite Solutions on the Potential Volta Cells Using Electro Chemical Cell Method. *E-Proceeding of Engineering*. 7(2): 4400–4407.
- Prastuti, O. P. 2017. Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 1(1): 35.
- Priyani, N. E., & Nawawi, N. 2020. Pembelajaran Ipa Berbasis Ethno-Stem Berbantu Mikroskop Digital Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Di Sekolah Perbatasan. *WASIS : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(2): 99–104.
- Putra, Z. Z. Z., Hartono, H., & Kustori, K. 2019. Sistem Pengisian Baterai Sekunder Secara Otomatis Berbasis Microcontroller Sebagai Media Pembelajaran Dilaboratorium Politeknik Penerbangan Surabaya. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 3(1): 1-7. <https://rb.gy/i6nof>
- Putri Kartika Devina, & Ahmad Suharjo Marinda. 2021. *Urine For Emergency (Urgency)*. *Jurnal Pengajaran dan Riset*, 1(1): 2776-1665.
- Rajagukguk, A. S. F., Pakiding, M., & Rumbayan, M. 2015. Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(3): 1–11.
- Ratumanan, T., & Laurent, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar Pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Unesa University Press, Surabaya. 131 hlm.
- Rahayu, T. E. P. S., Nurhilal, M., & Dwityaningsih, R. 2023. Analisis Porositas, Tekstur, dan Morfologi Karbon Tempurung Nipah Hasil Pirolisis Suhu Tinggi Untuk Anoda Baterai Sekunder. *Infotekmesin*, 14(1): 119-129.
- Rahmadi, D., Herlina, K., Maulina, H., & Andra, D. 2021. Pengembangan Alat

Peraga Elektroliser Sederhana Sebagai Media Pembelajaran Hukum I Termodinamika. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8(1): 38-51.

- Richey, Rita C. and Klien, James D. 2007. *Design and Development Research, Method, Strategies, and Issues*. London Lawrenc: Erlbaum Associates.
- Rustaman, N. 2005. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. UM Press, Malang. 20-23 hlm.
- Saripudin, Aip., dkk. 2010. *Praktis Belajar Fisika*. Visindo Media Persada, Jakarta. 10 hlm.
- Sastria, E., . N., Maulana, A., & Novalyan, D. 2018. Evaluasi Praktikum *Botany Phanerogamae* dengan Menggunakan Model *Cse-Ucla*. *Jurnal Biotek*, 6(2): 73.
- Satriady, A., Alamsyah, W., Saad, H. I., & Hidayat, S. (2016). Pengujian Pengaruh Luas Elektroda Terhadap Karakteristik Baterai LiFePO₄. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 6(2): 43–48.
- Semiawan, Conny., Tangyong, A.F., Belen, S., Matahelemual, Y & Suseloardjo, Wahjudi. (1989). *Pendekatan Ketrampilan Proses Bagaimana Mengaktifkan Peserta didik dalam Belajar*. PT Gramedia, Jakarta. 1 hlm.
- Serway, Raymond A dan W. Jewett, John. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*, Terjemahan dari Physics For Scientists and Engineers with Modern Physics oleh Chriswan Sungkono. Salemba Teknika, Jakarta. 30-42 hlm.
- Setiawan, R. J., & Suryanto, I. D. 2021. Pemanfaatan Ekstrak Lidah Buaya Sebagai Bio-Baterai Untuk Sumber Energi Peralatan Elektronik. *Jurnal Teknik (Jurnal Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan) ISSN, 2503: 071X*.
- Sofijanto, M. A., Subagio, H., & Mustafa, A. P. P. 2022. Penggunaan Lampu LED Pada Penangkapan Udang Werus (*Penaeus merguensis*) dengan Alat Tangkap Prayang. *Akuatika Indonesia*, 7(1): 10.
- Sriyono, dkk., 1992. *Teknik Belajar Mengajar dalam CBS*. Rineka Cipta, Jakarta. 126 hlm.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Alfabeta, Bandung. 40 hlm.
- Sukma, Komariyah, L., & Syam, M. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (*Guided Inquiry*) dan Motivasi terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Jurnal Saintifika*, 18: 59-63.
- Supian, B., Suhendar, S., & Fahrizal, R. 2015. Studi Pemanfaatan Arus Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Wilayah Selat Sunda. *Setrum*:

Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, 2(1): 49-57.

- Suwastono. 2011. *Pengembangan Pembelajaran E-Learning Berbasis Moodle pada Mata Kuliah Penginderaan Jauh*. (Tesis). Universitas Negeri Malang, Malang. 200 p
- Tarigan, A. D. 2020. Efektivitas Pemamfaatan Lampu Penerangan Hemat Energi pada Rumah Tinggal Masyarakat. *Journal Of Electrical And System Control Engineering*, 3(2): 82-93.
- Tawil, Muh, dan Liliasari. 2014. *Keterampilan- Keterampilan Sains dan Implementasi dalam Pembelajaran IPA*. Universitas Negeri Malang, Makassar. 125 hlm.
- Utomo, Muhammad Satrio Dwi, dkk. 2021. Analisis Perhitungan Teori dengan Menggunakan Variasi Simulator Online pada Rangkaian Pembagi Tegangan. *Journal of Telecommunications, Networks, Electronics, and Computer Techonologies*, 1(2): 61–70.
- Wena, Made. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Bumi Aksara, Jakarta. 50 hlm.
- Wenning Carl, J. 2011. Level of Inquiry Model of Science Teaching: Learning Sequeces to Lesson Plant. Departemen of Physics. Illionis University, Normal, IL, USA. *Journal Physics Teacher Education online*. 6.2: 17-20.
- Widiastutik, K., & Madlazim. 2014. Pengembangan Alat Praktikum Gelombang Stasioner untuk Melatihkan Keterampilan Proses Siswa SMA Kelas XI Khristi Widiastutik , Madlazim Abstrak. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(2): 201–207.
- Winata, A., Cacik, S., & Sulistyningrum, H. 2020. Upaya Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa dengan Pembelajaran Kooperatif Berbasis Android. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(1): 1–11.
- Wulandari, R., Susilo, H., & Kuswandi, D. 2017. Multimedia Interaktif Bermuatan *Game* Edukasi Sebagai Salah Satu Alternatif Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Kerjasama Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kemendikbud*, 1-8. <https://rb.gy/santv>
- Wulandari, V. C. P. 2014. *Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Siswa Kelas XI IPA 1 di SMA Muhammadiyah 1 Malang*. (Disertasi). Universitas Negeri Malang, Malang. 140 p.
- Yani, A., & Gunawan, G. 2017. Rancang Bangun Perangkat Catu Daya Mandiri pada Laptop dengan Memanfaatkan *Port* USB dan Rangkaian *Joule Thief*. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 2(3): 86-94.

Yulianto ES, Purbayanto A, Wisudo SH, Mawardi W. 2014. Lampu LED Bawah Air Sebagai Alat Bantu Pemikat Ikan Pada Bagan Apung. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5(1): 83-93.