

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM SPEKTROFOTOMETER
SEDERHANA UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN
PROSES SAINS**

(Skripsi)

Oleh

**LATHIFAH RHIHADHATUL AINII
NPM 2013022047**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM SPEKTROFOTOMETER SEDERHANA UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN PROSES SAINS

Oleh

LATHIFAH RHIHADHATUL AINII

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum spektrofotometer sederhana yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi gelombang cahaya di sekolah, serta untuk menstimulus keterampilan proses sains. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *research and development* yang terbagi menjadi lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi (ADDIE). Sebelum digunakan di lapangan, alat praktikum ini pertama kali diuji kelayakannya. Uji kelayakan alat praktikum spektrofotometer sederhana dilakukan dengan melakukan uji validitas, dan uji kepraktisan. Setelah digunakan di lapangan dilakukan uji keefektifan. Hasil uji validitas alat praktikum diperoleh persentase 88% dengan kategori sangat valid dan indikator kebermanfaatan alat praktikum pada keterampilan proses sains sebesar 85%. Hasil dari uji kepraktisan diperoleh nilai persentase 89% dengan kategori sangat praktis. Hasil uji keefektifan berupa lembar soal *posttest* diperoleh nilai persentase 76% dengan kategori sangat efektif. Berdasarkan ketiga uji kelayakan tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat praktikum cocok digunakan dalam pembelajaran materi gelombang cahaya di sekolah, serta dapat menstimulus kemampuan keterampilan proses sains peserta didik.

Kata Kunci: ADDIE, Gelombang Cahaya, Spektrofotometer Sederhana, Keterampilan Proses Sains.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF SIMPLE SPECTROPHOTOMETER PRACTICAL TOOLS TO STIMULATE SCIENCE PROCESS SKILLS

By

LATHIFAH RHIHADHATUL AINII

This study aims to develop a simple spectrophotometer practical tool that can be used in learning light wave material in schools, as well as to stimulate science process skills. This study uses a research and development type of research which is divided into five stages, namely analysis, design, development, implementation and evaluation (ADDIE). Before being used in the field, this practical tool was first tested for its feasibility. The feasibility test of the simple spectrophotometer practical tool was carried out by conducting a validity test and a practicality test. After being used in the field, an effectiveness test was carried out. The results of the validity test of the practical tool obtained a percentage of 88% with a very valid category and an indicator of the usefulness of the practical tool on science process skills of 85%. The results of the practicality test obtained a percentage value of 89% with a very practical category. The results of the effectiveness test in the form of a posttest question sheet obtained a percentage value of 76% with a very effective category. Based on the three feasibility tests, it can be concluded that the practical tool is suitable for use in learning light wave material in schools, and can stimulate students' science process skills.

Keyword: ADDIE, Light Waves, Simple Spectrophotometer, Science Process Skills.

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM SPEKTROFOTOMETER
SEDERHANA UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN
PROSES SAINS**

Oleh

LATHIFAH RHIHADHATUL AINII

Skripsi

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

Pada

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



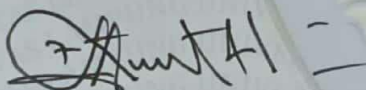
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

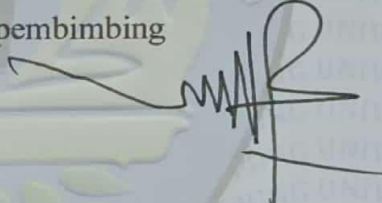
Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM
SPEKTROFOTOMETER SEDERHANA
UNTUK MENSTIMULUS KETERAMPILAN
PROSES SAINS**

Nama Mahasiswa : **Lathifah Rhihadhatul Ainii**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2013022047**
Program Studi : **Pendidikan Fisika**
Jurusan : **Pendidikan MIPA**
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

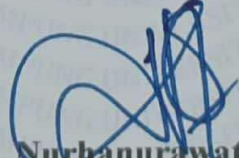
MENYETUJUI

1. Komisi pembimbing


Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 19650616 199102 2 001


Dr. Viyanti, M.Pd.
NIP 19800330 200501 2 001

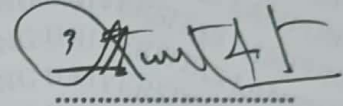
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

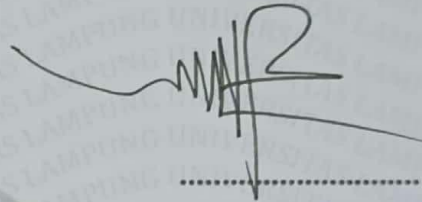
1. Tim Penguji
Ketua

: **Dr. Kartini Herlina, M.Si**



Sekretaris

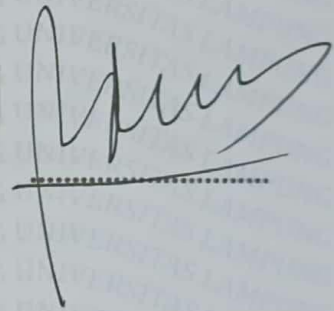
: **Dr. Viyanti, M.Pd.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lathifah Rhihadhatul Ainii
NPM : 2013022047
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Alamat : Pagar Dewa, Kab. Lampung Barat, Prov Lampung

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

Bandar Lampung, Juli 2025
Yang menyatakan,



Lathifah Rhihadhatul Ainii
NPM 2013022047

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Lathifah Rhihadhatul Ainii, dilahirkan di Bandungbaru, Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Pringsewu, Lampung pada 20 Maret 2002. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Sugito dan Ibu Aminah Yatin. Penulis memiliki satu saudara perempuan yang bernama Nabilah Safinatunnajah dan dua saudara laki-laki yang bernama Fa'iq Ghufroon Habibi dan Sulthan Raffasa Alfarezi.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK YPI KEPUTRAN pada tahun 2008, sekolah dasar di SDN 1 KEPUTRAN pada tahun 2014, pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 SUKOHARJO pada tahun 2017, dan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 SUKOHARJO pada tahun 2020. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur SBMPTN pada Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2023 di Desa Gistang, Kecamatan Umpu Semenguk, Kabupaten Way Kanan, Lampung dan menjalani Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMP 2 Umpu Semenguk.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa lembaga kemahasiswaan. Pada forum tingkat program studi, penulis aktif sebagai generasi muda ALMAFIKA (*Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika*) pada periode 2020/2021 menjadi sekretaris divisi dana dan usaha, serta periode 2021/2022. sebagai bendahara umum. Organisasi tingkat jurusan yaitu Himasakta (Himpunan Mahasiswa Eksakta) sebagai Eksakta Muda pada periode 2020/2021, dan Anggota Divisi Dana dan Usaha pada periode 2021.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S Al Baqarah:286)

“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan.”

(H.R Tirmidzi)

PERSEMBAHAN



Segala Puji Bagi Allah SWT, Dzat Yang Maha Sempurna. Shalawat serta Salam Selalu Tercurah Kepada Nabi Muhammad SAW. Dengan penuh rasa syukur, kupersembahkan karya kecil ini sebagai tanda cinta, kasih sayang, dan terima kasih kepada:

1. Bapak (Sugito) dan Ibu (Aminah Yatin) tercinta, yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang, selalu memberikan semangat dan mendoakan setiap waktu untuk keberhasilan sehingga putrimu ini yakin bahwa Allah selalu memberikan yang terbaik untuk hamba-Nya.
2. Andi Yastama (Suami) tercinta, yang telah menemani, meluangkan waktu, tenaga, pikiran, materi dan memberikan semangat untuk terus maju tanpa kenal kata lelah dalam meraih apa yang menjadi impian saya.
3. Adik-adik saya yang telah mendoakan dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
4. Seluruh keluarga besar yang terus memberikan dukungan, doa, dan semangat.
5. Para pendidik yang telah mengajar dan mendidik dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.
6. Semua sahabat terbaik saya yang begitu setia menemani dengan segala kekurangan dan memberi warna di kehidupan.
7. Almamater Universitas Lampung tercinta.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan Alat Praktikum Spektrofotometer Sederhana Untuk Menstimulus Keterampilan Proses Sains” sebagai syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia, D.E.A.,IPM.,ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M..Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung;
4. Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung; sekaligus Dosen Pembimbing II. yang telah memberi bimbingan, kritik, saran dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
5. Dr. Kartini Herlina, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing I, yang telah bersedia memberikan bimbingan, kritik, saran, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
6. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. selaku dosen pembahas sekaligus validator produk penelitian, atas ketersediaannya memberikan bimbingan, motivasi, kritik, dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi;

7. Ryna Aulia Falamy, M.Si.P. dan Sarwina Febriyetti, S.Pd., selaku validator produk penelitian, atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, kritik, saran, dan motivasi kepada penulis;
8. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung yang selalu menginspirasi, yang telah memberikan bekal ilmu dan menjadi penyemangat penulis selama menempuh pendidikan;
9. Imam Syafi'i, S.P.D.I.,M.P.D.I selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Sekincau yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis;
10. Sarwina Febriyetti S.Pd selaku guru mata pelajaran Fisika di SMAN 1 Sekincau, yang telah memberikan izin dan bantuan kepada penulis untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian;
11. Peserta didik kela XI IPA F1 SMAN 1 Sekincau atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
12. Teman-teman seluruh angkatan 2020 kelas A dan B Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung, terutama Niken, Yunita, Nadiyah dan Annisa untuk kebersamaan dan bantuan selama bahkan disaat paling rumit dalam kehidupan perkuliahan.

Semoga kebaikan, bantuan, semangat dan dukungan yang telah diberikan pada penulis mendapat balasan pahala yang setimpal dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat.

Bandar Lampung, Juli 2025
Pembuat Pernyataan

Lathifah Rhihadhatul Ainii
NPM 2013022047

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kerangka Teori.....	7
2.1.1 Keterampilan Proses Sains (<i>Science Process Skills</i>).....	7
2.1.2 Pendekatan STEM.....	10
2.1.3 Spektrofotometer.....	11
2.1.4 Alat Praktikum Spektrofotometer sederhana.....	12
2.1.5 Praktikum dan Keterampilan Proses Sains	13
2.1.6 <i>Dual Coding Theory</i>	14
2.2 Penelitian Relevan	15
2.3 Kerangka Pemikiran	17
2.4 Model Hipotetik Rangkaian Alat Praktikum.....	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Desain Penelitian Pengembangan.....	21
3.2 Prosedur Penelitian Pengembangan.....	22
3.2.1 <i>Analysis</i> (Analisis).....	22
3.2.2 <i>Design</i> (Desain).....	23
3.2.3 <i>Development</i> (Pengembangan)	24
3.2.4 <i>Implemetation</i> (Implementasi).....	24
3.2.5 <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	25
3.3 Instrumen Penelitian	27
3.3.1 Angket Analisis Kebutuhan	27

3.3.2	Angket Kevalidan Produk.....	27
3.3.3	Angket Kepraktisan Produk.....	28
3.3.4	Soal <i>Posttest</i>	29
3.4	Teknik Analisis Data	29
3.4.1	Analisis Data Uji Validitas	29
3.4.2	Analisis Data Uji Kepraktisan.....	30
3.4.3	Analisis Data Uji Keefektifan.....	31
IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Hasil Penelitian.....	32
4.1.1	Hasil Analisis Kebutuhan (<i>preliminary Research</i>)	32
4.1.2	Hasil Desain dan Pengembangan	33
4.1.3	Hasil Evaluasi	41
4.2	Pembahasan.....	50
4.2.1	Kevalidan Alat Praktikum	51
4.2.2	Kepraktisan Alat Praktikum.....	53
4.2.3	Keefektifan Alat Praktikum	53
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1	Kesimpulan.....	32
5.2	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA.....	34
	LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Keterampilan Proses Sains Menurut Para Ahli	8
2. Indikator Keterampilan proses sains	9
3. Penelitian Relevan.....	15
4. Komponen Penyusun Alat Praktikum Spektrofotometer Sederhana	24
5. Skala Likert pada Angket Uji Validitas	28
6. Skala pada Uji Kepraktisan	28
7. Konversi Skor Penilaian Uji Validitas	30
8. Konversi Skor Penilaian Respon Peserta Didik.....	30
9. Konversi Skor Penilaian Tes	31
10. Data Pengaruh akrilik warna terhadap Pola spektrum cahaya pada DVD-R ..	46
11. Data Pengaruh akrilik warna terhadap Pola spektrum cahaya pada CD-R	46
12. Hasil Uji Validitas Alat	47
13. Saran Perbaikan oleh Validator	48
14. Hasil Uji Validitas LKPD.....	48
15. Saran Perbaikan oleh Validator	49
16. Hasil Uji Kepraktisan	49
17. Hasil Uji Keefektifan	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Dual Coding Theory</i>	15
2. Diagram Kerangka Berpikir	19
3. Desain Alat Praktikum Spektrofotometer	20
4. Prosedur Penelitian ADDIE.....	21
5. Rancangan Desain Alat Praktikum Spektrofotometer	23
6. Diagram Alur Tanggapan Penelitian dan Pengembangan.....	26
7. Diagram Pengembangan Produk.....	27
8. Hasil Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran oleh Guru.....	33
9. Hasil Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran oleh Peserta Didik.....	33
10. Produk Alat Praktikum Spektrofotometer.....	34
11. <i>Webcam</i>	35
12. CD-R dan DVD-R.....	36
13. Senter.....	36
14. Akrilik Warna	36
15. Papan Kayu (<i>Blockboard</i>)	37
16. Memasang <i>Webcam</i>	38
17. Cara Meletakkan Kisi.....	39
18. Menutup <i>Black Box</i>	39
19. Memilih Akrilik Warna.....	40
20. Kabel USB <i>Webcam</i> Koneksi Laptop	40
21. <i>Software Theremino</i>	40
22. Menghidupkan Senter	41
23. Mengatur Cahaya Tampak	41
24. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Putih).....	42
25. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Biru).....	42

26. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Kuning)	42
27. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Hijau)	43
28. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Merah).....	43
29. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Putih).....	44
30. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Biru).....	44
31. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Kuning)	45
32. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Hijau)	45
33. Visual Grafik oleh <i>Theremino</i> (Merah).....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	63
2. Analisis Hasil Uji Kebutuhan Guru	69
3. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	77
4. Analisis Hasil Uji Kebutuhan Peserta Didik	84
5. Angket Validasi Media Pembelajaran.....	94
6. Analisis Hasil Validasi Media Pembelajaran/Alat.....	104
7. Analisis Hasil Validasi LKPD	105
8. Angket Uji Respon Pengguna Media Pembelajaran	133
9. Analisis Hasil Uji Respon Pengguna Media Pembelajaran.....	145
10. Lembar Kerja Peserta Didik	147
11. Soal <i>Posttest</i>	166
12. Pedoman Penskoran Soal <i>Posttest</i>	179
13. Analisis Hasil Uji Keefektifan Media Pembelajaran	184
14. Tampilan Alat Praktikum Spektrofotometer Sederhana	185
15. Hasil Uji Coba Alat Praktikum Spektrofotometer	186
16. Surat Penelitian Sekolah.....	188
17. Surat Balasan Penelitian Sekolah.....	189
18. Dokumentasi Penelitian.....	190

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterampilan proses sains (KPS) ialah langkah-langkah ilmiah yang di dalamnya dapat melatih metode atau cara untuk menemukan suatu konsep melalui eksperimen atau praktikum (Sartika, 2015). Kegiatan praktikum sangat berperan penting dalam menstimulus keterampilan proses sains (*Skill*) dan sikap ilmiah untuk mendukung ketercapaian pengetahuan peserta didik. Keterampilan proses sains yang dilakukan dengan cara praktikum dapat menggunakan media pembelajaran berupa alat praktikum. Menurut Shiha (2014) kegiatan praktikum akan membuat kegiatan belajar fisika di kelas lebih menarik, memunculkan variasi dan interaktif sehingga terjadi komunikasi dua arah antara pengajar dan peserta didik. Hal ini, melalui kegiatan praktikum peserta didik dapat mempelajari hal-hal baru dengan melakukan praktik secara langsung berdasarkan materi yang diperoleh (Rahma dkk., 2023). Melalui aktivitas langsung seperti kegiatan praktikum yang menggunakan alat praktikum cukup penting keberadaannya untuk menstimulus keterampilan proses sains.

Pendidikan IPA khususnya bidang fisika merupakan ilmu yang memungkinkan dilakukannya kegiatan praktik (Nafaida *et al.*, 2023). Praktikum memungkinkan siswa untuk menggunakan seluruh potensi yang dimilikinya yaitu kognitif, afektif dan psikomotorik (Lasia *et al.*, 2020). Terkait kegiatan praktikum, dalam keadaan dilapangan peserta didik masih menganggap fisika merupakan materi pelajaran yang sulit dan kurang menarik. Hal ini disebabkan karena dalam pembelajarannya peserta didik hanya menghafalkan rumus tanpa memahami maknanya (Samudra *et al.*,

2014). Salah satu materi yang sulit dipahami dalam pembelajaran fisika adalah materi gelombang cahaya. Kesulitan peserta didik sebagian besar terletak pada pemahaman konsep karena diperlukan konsep berpikir tingkat tinggi, terlalu banyak rumus, dan terlalu banyak soal perhitungan, sehingga siswa tidak dapat memahami materi dengan baik (Rizki, 2023).

Hasil penelitian pendahuluan melalui penyebaran angket kepada guru dan siswa dari lima sekolah menengah pertama yaitu SMAS YP Unila, SMAN 1 Sukoharjo, MA Ma'arif Keputran, SMAN 1 Pringsewu, SMAN 2 Pringsewu, SMAN 1 Sekincau, SMAN 1 Tumijajar, didapatkan sebesar 42,6% peserta didik belum memahami materi gelombang cahaya karena materinya sulit dan pemahaman konsep masih kurang. Sebanyak 91,8% peserta didik tidak pernah melakukan praktikum mengenai konsep gelombang cahaya. Peserta didik memperoleh penjelasan materi dari guru melalui ceramah, diskusi, tanya jawab, dan latihan soal. Peserta didik akan lebih tertarik jika guru dalam menjelaskan materi menggunakan media berbasis alat dalam kegiatan praktikum (67,2% responden) dan video pembelajaran (49,2% responden).

Hasil penyebaran angket kepada 10 guru di sekolah menengah atas, didapatkan persentase sebesar 80% responden menyatakan materi gelombang cahaya sulit untuk diajarkan karena keterbatasan alat praktikum di sekolah sehingga proses pembelajaran hanya dilakukan di dalam kelas. Terdapat 90% responden mengungkapkan bahwa dalam proses pembelajaran tidak dilakukan kegiatan praktikum karena ketidaktersediaan alat. Guru dalam menyampaikan materi biasanya menggunakan media tambahan seperti penggunaan powerpoint dan buku ajar. Keterampilan proses sains peserta didik belum terlatih secara maksimal karena kurangnya pengalaman dan proses sains yang diberikan secara langsung. Guru berpendapat bahwa keterampilan tersebut dapat terlatih jika dalam proses pembelajaran dilakukan kegiatan praktikum dan ketersediaan alat praktikum di sekolah. Selain itu, penggunaan media pendukung lainnya seperti media berbasis aplikasi dan berbasis video pembelajaran akan membuat peserta didik tertarik dengan

proses pembelajaran karena pembelajaran menjadi lebih kreatif dan tidak monoton.

Hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan juga memberikan gambaran terkait media pembelajaran apa yang dibutuhkan dalam pembelajaran gelombang cahaya. Kriteria media pembelajaran yang paling banyak diharapkan diantaranya yaitu berbasis aplikasi, berbasis bahan-bahan sederhana, dan berbasis alat-alat elektronika yang mudah diperoleh dilingkungan sekitar. Maka alat peraga harus dilakukan evaluasi untuk menentukan layak atau tidaknya suatu media pembelajaran. Sehingga menghasilkan alat peraga yang sudah dilakukan pengujian yang valid, praktis dan efektif sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan (Purwaningsih *et al.*, 2020) di SMA Negeri 8 Muaro Jambi, mengungkapkan bahwa banyak materi Fisika yang semestinya diajarkan melalui praktikum dan percobaan, karena berbagai faktor maka praktikum dan percobaan fisika sering tidak dilakukan, kendala yang paling banyak dijumpai adanya keterbatasan alat-alat praktikum yang tersedia. Kendala tersebut tentunya menjadi solusi diadakannya alat praktikum sederhana, supaya pembelajaran fisika dapat berjalan sesuai dengan indikatornya.

Kegiatan praktikum juga memiliki banyak kelebihan, diantaranya pembelajaran praktik memberikan pengalaman kepada siswa untuk mengamati dan memahami fenomena alam (Hasrudin & Rezeqi, 2012). Pembelajaran melalui praktikum dapat membantu siswa menghubungkan dua ranah pengetahuan, yaitu ranah benda nyata yang dapat diamati dan ranah pengetahuan mental (Yusup & Murniati, 2015). Melalui pembelajaran berbasis praktikum juga dapat menciptakan dan mengajak siswa untuk aktif dalam kegiatan pembelajaran (Kobierska *et al.*, 2007).

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan alat praktikum dapat menunjang pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta

didik. Hal ini alat praktikum yang telah dikembangkan merupakan alat praktikum spektrofotometer sederhana dengan sistem digital berbasis aplikasi *theremino*, *webcam*, akrilik warna serta memanfaatkan bahan yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar. Alat praktikum ini dimaksudkan untuk menstimulus keterampilan proses sains pada peserta didik. Ketidakterediaan alat praktikum dalam menjelaskan materi gelombang cahaya inilah yang menjadi dasar utama dilakukannya penelitian “Pengembangan Alat Praktikum Spektrofotometer Sederhana untuk Menstimulus Keterampilan Proses Sains”

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Bagaimana alat praktikum spektrofotometer sederhana yang valid untuk menstimulus keterampilan proses sains?
2. Bagaimana alat praktikum spektrofotometer sederhana yang praktis untuk menstimulus keterampilan proses sains?
3. Bagaimana alat praktikum spektrofotometer sederhana yang efektif untuk menstimulus keterampilan proses sains?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mendeskripsikan alat praktikum spektrofotometer sederhana yang valid untuk menstimulus keterampilan proses sains.
2. Mendeskripsikan alat praktikum spektrofotometer sederhana yang praktis untuk menstimulus keterampilan proses sains.
3. Mendeskripsikan alat praktikum spektrofotometer sederhana yang efektif untuk menstimulus keterampilan proses sains.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Bagi Peserta didik
Memberikan bahan ajar penunjang pembelajaran berupa alat praktikum

spektrofotometer sederhana untuk menstimulus keterampilan proses sains pada materi gelombang cahaya

2. Bagi Guru

Memberikan sebuah solusi dalam menggunakan alat praktikum sederhana yang sudah berbasis digital, sehingga mempermudah guru dalam menanamkan konsep materi gelombang cahaya.

3. Bagi Peneliti lain

Memberikan sebuah informasi terkait pembelajaran yang menggunakan alat praktikum sederhana untuk dapat meneruskan kembali penelitian dengan keterbaruan dari alat tersebut.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Kevalidan alat praktikum yang dimaksud pada penelitian pengembangan ini mengacu pada uji validitas yang dilakukan oleh tiga validator yaitu 2 orang pakar yang merupakan dosen pendidikan fisika dan 1 orang praktisi yang merupakan guru fisika. Dalam setiap instrumen validasi terdapat indikator-indikator penilaian yang merupakan gambaran kondisi dari produk yang divalidasi. Adapun indikator penilaian yang dimaksud pada uji kevalidan yaitu materi, kebermanfaatan pada keterampilan proses sains, ilustrasi, serta kualitas dan tampilan alat praktikum. Berdasarkan hasil uji kevalidan, dengan rentang nilai 0,00%-100%, dalam penelitian ini memperoleh nilai rata-rata 88% pada kevalidan alat dengan kategori validitas sangat tinggi, kemudian pada kevalidan LKPD memperoleh nilai rata-rata 84% dengan kategori validitas sangat tinggi.
2. Kepraktisan alat praktikum yang dimaksud pada penelitian pengembangan ini mengacu pada beberapa aspek penilaian yang diadaptasi dari Festiana *et al.* (2019) yaitu *usefulness*, *ease to use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Adapun maksud dari aspek penilaian pada uji kepraktisan yaitu dari kegunaan alat, kemudahan alat, kemudahan belajar, serta kepuasan alat. Pada uji ini dilakukannya uji respon siswa dan uji persepsi guru. Berdasarkan hasil uji kepraktisan, dengan rentang

nilai 0,00%-100%, dalam penelitian ini memperoleh nilai rata-rata 89% dengan kategori kepraktisan sangat tinggi.

3. Keefektifan alat praktikum yang dimaksud pada penelitian pengembangan ini mengacu pada indikator keterampilan proses sains yang digunakan yaitu merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, dan menyajikan data. Uji keefektifan berupa soal *posttest* yang dikerjakan oleh 28 peserta didik kelas XI FI SMAN 1 Sekincau semester 2 yang sedang mempelajari materi gelombang cahaya. Produk dikatakan efektif jika dilihat dari pengetahuan serta pemahaman penggunaan produk dengan membandingkan keadaan sebelum dan sesudah menggunakan produk. Berdasarkan hasil uji keefektifan dengan menggunakan soal *posttest*, dari rentang nilai 0,00%-100% dalam penelitian ini memperoleh nilai rata-rata 76% dengan kategori keefektifan tinggi.
4. Capaian pengembangan alat praktikum yang digunakan pada penelitian ini berada pada *fase F* mata pelajaran fisika kurikulum merdeka yaitu peserta didik mampu menerapkan konsep serta prinsip materi gelombang cahaya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teori

2.1.1 Keterampilan Proses Sains (*Science Process Skills*)

Keterampilan proses sains adalah keterampilan dasar yang memfasilitasi pembelajaran dalam ilmu sains, memungkinkan peserta didik untuk aktif, melatih rasa tanggung jawab, mengembangkan pembelajaran dan metode penelitian (Gürses *et al.*, 2015).

Keterampilan proses sains sangat penting karena memungkinkan peserta didik mengembangkan pemahaman mereka, dan kemampuan dalam memanfaatkan maupun mengidentifikasi bukti sains untuk memecahkan masalah dan mengambil keputusan. Hal ini dikarenakan keterampilan proses sains juga mengacu pada aktivitas kognitif (Ambross *et al.*, 2014).

Standar keterampilan proses sains yang digunakan pada penelitian ini mengadopsi pada penelitian yang lebih baru dari penelitian-penelitian sebelumnya, namun tetap mengedepankan korelasi antara penelitian maupun pendapat para ahli yang lebih dulu ada. Beberapa standar dalam keterampilan proses sains adalah mengamati, mengukur, bereksperimen, dan memproses data (Hodosyová *et al.*, 2015). Hal tersebut juga dipertegas dengan pendapat yang menyatakan bahwa, terdapat 6 (enam) indikator keterampilan proses sains diantaranya adalah mengidentifikasi variabel, berhipotesis, merencanakan eksperimen, memprediksi, mengkomunikasikan, dan menginterpretasikan data (Jalil *et al.*, 2018). Lebih detail

Antrakusuma *et al.* (2017) menjelaskan bahwa terdapat 10 (sepuluh) indikator keterampilan proses sains yaitu mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan eksperimen, memanipulasi bahan, dan peralatan, menemukan kesimpulan, menerapkan, dan mengkomunikasikan.

Adapun beberapa indikator keterampilan proses sains menurut para ahli yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator Keterampilan Proses Sains Menurut Para Ahli

Para Ahli	Metode
Menurut Antrakusuma <i>et al</i> (2017)	<i>observing, classifying, finding conclusion, predicting, raising question, hypothesizing, planning experiment, manipulation materils and equipment, applying, dan communicating.</i>
Menurut Zeidan & Jayosi (2014)	keterampilan proses sains dasar (basic) merupakan prasyarat atau dasar dalam mempelajari keterampilan keterampilan proses sains terpadu (<i>integrated</i>). Indikator keterampilan sains dasar terdiri dari <i>observing, measuring, inferring, classifying, predicting, communicating</i> , sedangkan untuk indikator keterampilan proses sains terpadu terdiri dari <i>controlling variables, hypothesizing, experimentation, dan data interpreting.</i>
Menurut Aktamis <i>et al</i> (2008)	Merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data, dan menyajikan hasil.

Pengembangan dalam penelitian ini menggunakan indikator keterampilan proses sains yang diadaptasi dari Aktamis *et al.* (2008), karena lebih menekankan penerapan praktis, dengan menggabungkan pembelajaran teoritis dengan praktik nyata, mendukung peserta didik untuk menjadi lebih aktif, mandiri, dan terlibat dalam proses belajar sehingga dapat membantu peserta didik mengembangkan berbagai kemampuan penting, seperti kemampuan berpikir hingga keterampilan komunikasi. Pemilihan enam indikator tersebut juga dilakukan berdasarkan keumuman dan kecocokan indikator keterampilan proses sains dengan desain dan rancangan percobaan yang telah dilaksanakan. Indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Indikator Keterampilan Proses Sains

Indikator KPS	Sub Indikator
Merumuskan masalah	Menemukan masalah Membuat prediksi Merumuskan masalah
Membuat Hipotesis	Membuat Hipotesis
Menentukan Variabel	Mementukan variabel
Pengujian Hipotesis	Membaca dan memahami prosedur percobaan Melakukan praktikum percobaan
Menyajikan Data	Menyajikan data hasil percobaan dalam tabel Menganalisis data dan pembahasan
Menyajikan Hasil	Membuat kesimpulan

(Aktamis *et al.*, 2008)

Kazeni (2008) mengungkapkan bahwa dengan menguasai keterampilan proses sains, peserta didik dimungkinkan memperoleh keterampilan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari. Hal tersebut dipertegas oleh (Özgelen, 2012), keterampilan proses sains merupakan kemampuan dalam mengolah informasi, memecahkan masalah, serta membuat kesimpulan.

Keterampilan proses sains sangat dibutuhkan untuk mengetahui bagaimana memperoleh konsep-konsep ilmiah (Rauf *et al.*, 2013). Dapat diintisarikan bahwa keterampilan proses sains dapat membantu peserta didik untuk mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui pembelajaran yang aktif dengan mengolah informasi, memecahkan masalah, dan menarik kesimpulan. Keterlibatan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran dengan menggunakan keterampilan proses sains akan membantu mereka dalam memahami konsep pada materi yang dipelajari.

Secara berurutan indikator-indikator keterampilan proses sains yang digunakan, dapat dilatihkan melalui pembelajaran gelombang cahaya dengan menggunakan alat praktikum yang telah dikembangkan. Indikator merumuskan masalah pada penggunaan alat praktikum ini direncanakan ada di awal proses pembelajaran, karena seharusnya

guru memberikan pengantar atau stimulus terlebih dahulu kepada peserta didik sebelum masuk ke topik inti. Indikator hipotesis dapat diterapkan ketika peserta didik telah menentukan variabel-variabel yang mereka gunakan, peserta didik dapat menyampaikan hipotesis mereka tentang bagaimana pengaruh variabel tersebut terhadap pola gelombang spektrum cahaya yang terbentuk. Indikator menentukan variabel ada pada saat peserta didik menentukan warna cahaya dari akrilik warna yang mereka gunakan, pada pengembangan ini, alat praktikum yang telah dibuat memiliki akrilik warna yang dapat digunakan untuk mengubah variasi warna cahaya yang datang. Indikator pengujian hipotesis dibuktikan ketika peserta didik melakukan pengukuran melalui kegiatan percobaan menggunakan alat praktikum yang dikembangkan. Indikator menyajikan data diperoleh dari hasil percobaan yang kemudian dapat digunakan oleh peserta didik untuk mengkomunikasikan hasil percobaan mereka dalam bentuk grafik maupun tabel hasil percobaan. Indikator menyajikan hasil dilakukan dengan berkomunikasi / mempresentasikan hasil yang diperoleh.

2.1.2 Pendekatan STEM

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah pendekatan yang menggunakan pengetahuan sains, teknologi, teknik, matematika dalam suatu lingkungan belajar dan berpusat kepada peserta didik. Mereka diajarkan untuk menginvestigasi terhadap masalah yang berkaitan dengan teknik dan mencari solusinya, kemudian membangun bukti berdasarkan penjelasan yang berkaitan dengan fenomena dunia nyata (Shernoff, dkk 2017). Pembelajaran yang terintegrasi STEM ialah suatu pembelajaran secara terintegrasi antara sains, teknologi, teknik dan matematika untuk mengembangkan kreativitas peserta didik melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Winarni, dkk 2016). Terdapat tiga pendekatan pendidikan STEM tersebut yaitu pendekatan terpisah (silo),

pendekatan tertanam (*embedded*), dan pendekatan terpadu (terintegrasi) (Roberts & Cantu, 2012). Ketiga pendekatan tersebut untuk mempermudah menerapkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik, mempermudah mengintegrasikan pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis pada pembelajaran STEM (Kelley & Knowles, 2016).

Berdasarkan kajian diatas STEM diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik melalui integrasi pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis (Afriana, dkk. 2016). Oleh karena itu, pembelajaran berbasis STEM dapat melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi. Teknologi dalam pembelajaran STEM mendukung pembelajaran siswa dan meningkatkan pengalaman siswa dengan cara bermakna dalam memanfaatkan peralatan sederhana yang ada disekitar siswa (Abdurrahman *et al.*, 2023).

2.1.3 Spektrofotometer

Spektrofotometer adalah fotometer yang dapat mengukur intensitas sebagai fungsi dari panjang gelombang sumber cahaya.

Spektrofotometer biasanya digunakan untuk mengukur transmitansi atau reflektansi larutan, padatan transparan atau buram, seperti kaca yang dipoles, atau gas. Namun mereka juga dapat dirancang untuk mengukur difusivitas pada rentang cahaya mana pun yang biasanya mencakup sekitar 200 nm - 2500 nm menggunakan kontrol dan kalibrasi yang berbeda. Selain itu, beberapa instrumen khusus, seperti spektrofotometer yang dipasang pada mikroskop atau teleskop, merupakan instrumen berkas tunggal karena kepraktisannya. Secara historis, spektrofotometer menggunakan monokromator yang mengandung kisi difraksi untuk menghasilkan spektrum cahaya. Spektrofotometer dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis:

- **Spektrofotometer UV-tampak:** menggunakan cahaya pada rentang ultraviolet (185 - 400 nm) dan rentang spektrum radiasi elektromagnetik (400 - 700 nm).
- **Spektrofotometer IR:** menggunakan cahaya pada rentang inframerah (700 - 15000 nm) spektrum radiasi elektromagnetik.

Spektrofotometer secara umum terdiri dari dua instrumen, yaitu spektrometer untuk menghasilkan cahaya dengan warna apa pun yang dipilih (panjang gelombang), dan fotometer untuk mengukur intensitas cahaya (Giancoli, 2019).

2.1.4 Alat Praktikum Spektrofotometer sederhana

Pemanfaatan kegiatan praktikum dalam proses pembelajaran memungkinkan guru untuk melihat keterampilan siswa, salah satunya adalah keterampilan proses sains (Agus *et.al.*, 2019). Kegiatan praktikum penting dilakukan karena dapat membangkitkan motivasi belajar sains dan mengembangkan keterampilan dasar dalam melakukan eksperimen. Pembelajaran fisika seringkali membutuhkan media tambahan untuk menjelaskan materi melalui kegiatan eksperimen, salah satunya alat praktikum (Herlina *et al.*, 2022).

Alat praktikum yang dikembangkan pada penelitian ini yaitu alat praktikum spektrofotometer sederhana menggunakan aplikasi *theremino*, *webcam*, *Compact Disc* (CD) serta dilengkapi dengan akrilik warna. *Theremino* merupakan sistem sumber terbuka yang digunakan untuk menghubungkan komputer dengan dunia nyata. Sementara *webcam* digambarkan sebagai kamera video digital yang sengaja didesain sebagai kamera dengan resolusi rendah. Pada beberapa *webcam*, ada yang dilengkapi dengan *software* yang mampu mendeteksi pergerakan dan suara. *Software* tersebut, memungkinkan *Personal Computer* (PC) yang terhubung ke kamera untuk mengamati pergerakan dan suara, serta merekamnya ketika terdeteksi. Maka dari

itu, pada penelitian ini *webcam* digunakan untuk mengambil gambar citra pola spektrum cahaya. Selain itu terdapat akrilik warna yang digunakan untuk memberikan efek cahaya yang berwarna-warni. Pembuatan alat praktikum ini juga memanfaatkan bahan-bahan yang tidak terpakai dan mudah ditemukan di lingkungan sekitar, di antaranya adalah CD-R dan DVD-R bekas, serta potongan balok kayu.

2.1.5 Praktikum dan Keterampilan Proses Sains

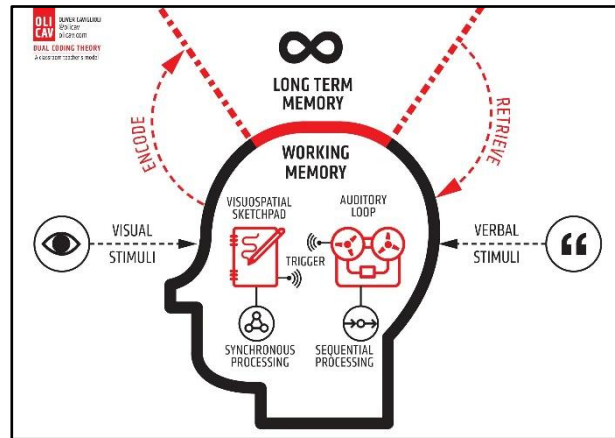
Keterampilan proses sains diperlukan untuk mempelajari dan memahami konsep fisika, tidak hanya ilmuwan saja melainkan individu juga harus memiliki keterampilan proses sains agar dapat memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari (Sudarmani *et al.*, 2018). Keterampilan proses merupakan keterampilan siswa untuk melakukan kegiatan yang berkaitan dengan praktik, dimana siswa dituntut untuk mengalami sendiri dan menemukan serta menghubungkan hasil praktikum dengan teori untuk menuliskan rumus secara matematis (Lestari & Diana, 2018). Kegiatan praktikum berkaitan dengan pengetahuan prosedural dan pengetahuan konseptual. Pengetahuan prosedural berkaitan dengan keterampilan proses sains yang menunjang peserta didik lebih baik dalam kegiatan laboratorium (Anderson & Krathwohl, 2001).

Melalui keterampilan proses sains, siswa diharapkan mampu melakukan langkah-langkah metode ilmiah untuk memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang telah dimilikinya. Pada aktivitas praktikum menggunakan alat praktikum spektrofotometer sederhana, peserta didik secara tidak langsung melaksanakan indikator keterampilan proses sains. Pada saat sebelum melakukan kegiatan percobaan, umumnya guru akan memberikan stimulus kepada peserta didik untuk menemukan masalah dengan memberikan gambar maupun video fenomena terkait materi yang sedang dibahas, pada tahap inilah peserta didik akan melakukan

kegiatan keterampilan proses sains pada indikator mengamati serta membuat hipotesis. Peserta didik dapat memberikan hipotesis mereka tentang bagaimana pengaruh efek warna cahaya terhadap citra pola spektrum cahaya. Setelah membuat hipotesis, peserta didik akan menguji hipotesis tersebut dengan melaksanakan indikator menentukan variabel dan melakukan percobaan, dapat dilihat pada saat peserta didik memilih akrilik warna yang digunakan pada saat percobaan. Indikator menyajikan data dapat diterapkan ketika peserta didik menganalisis data hasil percobaan menggunakan aplikasi *theremino* dan memperoleh grafik citra pola spektrum cahaya. Data-data inilah yang kemudian dapat digunakan oleh peserta didik untuk menyajikan hasil percobaan mereka ke dalam bentuk grafik maupun tabel hasil percobaan dan peserta didik dapat menyimpulkan bagaimana pengaruh efek akrilik warna terhadap citra pola spektrum cahaya yang terbentuk.

2.1.6 Dual Coding Theory

Teori dual coding yang dikemukakan oleh Paivio (1991), bahwa informasi yang diterima seseorang diproses melalui salah satu dari dua *channel*, yaitu *channel* verbal seperti teks, suara, dan *channel* visual (*nonverbal image*) seperti diagram, gambar, dan animasi. Kedua *channel* informasi tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. *Channel* verbal memproses informasi secara berurutan sedangkan *channel* nonverbal memproses informasi secara bersamaan (sinkron) atau paralel. Aktivitas berpikir dimulai ketika sistem *sensory memory* menerima rangsangan dari lingkungan, baik berupa rangsangan verbal maupun rangsangan nonverbal. *Dual coding theory* juga menyiratkan bahwa seseorang akan belajar lebih baik ketika media belajar yang digunakan merupakan perpaduan yang tepat dari *channel* verbal dan nonverbal (Najjar, 1995).



Gambar 1. Dual Coding Theory

2.2 Penelitian Relevan

Pada Tabel 3 menunjukkan beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan yang telah dilakukan.

Tabel 3. Penelitian Relevan

Nama Peneliti>Nama Jurnal/Judul	Metode	Hasil Penelitian/Analisis
Widiatmoko, E., Widayani, Budiman, M., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2011). <i>A simple spectrophotometer using common materials and a digital camera.</i>	Penelitian dilakukan dengan mendesain spektrofotometer sederhana menggunakan card board, DVD, kamera digital saku, tripod dan komputer	Spektrofotometer pada penelitian ini pembuatannya mudah dan biayanya murah
Enrico Vernando dan Henri P. Uranus (2015) Pengembangan Spektrometer Sederhana dengan Grating Refleksi dari Keping DVD-R Kosong dan Sensor dari CCD WEBCAM	Menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan.	Keakuratan teoretis spektrofotometer tergantung pada ukuran gambar kamera digital, misalnya 0,2 nm untuk 10 Mp Hasil tangkapan CCD webcam dianalisis menggunakan software Spectral Work Bench untuk mengetahui distribusi panjang gelombang cahaya yang diamati.
Prayogi S. Silviana Fitria. Saminan. (2023). Jurnal Pendidikan MIPA. <i>Development of an Inexpensive Spectrometer Tool with a Tracker to Investigate Light Spectrum</i>	Menggunakan metode <i>Design Based Research (DBR)</i> yang mengacu pada mode ADDIE.	Spektrometer sederhana yang dibuat digunakan untuk mengamati spektrum emisi dari berbagai sumber cahaya, seperti sinar matahari, lampu mobil jenis halogen, dan lampu fluorescence, flash light LED dari smartphone Hasil tangkapan layar menggunakan beberapa sinar seperti lampu helium, lampu merkuri, dan lampu neon Hasil uji validasi delapan aspek yang dinilai menunjukkan bahwa KIT percobaan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijabarkan pada Tabel 3, penelitian pertama pada tahun 2011 membahas mengenai spektrofotometer yang dapat dihubungkan dengan kamera digital. Peneliti juga menunjukkan bahwa alat yang dibuat dapat dikalibrasikan serta alat ini dirancang menggunakan karton, *Digital Versatile Disk* (DVD), kamera digital saku, tripod dan komputer. DVD-R digunakan sebagai kisi difraksi dan kamera sebagai sensor cahaya. Penelitian kedua pada tahun 2015 membahas mengenai spektrofotometer sederhana yang dilakukan dengan menggunakan komponen difraktif berupa *keping Digital Versatile Disk Recortable* (DVD-R) sebagai *grating refleksi* dan *Charged Coupled Devace* (CCD) webcam sebagai matriks detektor. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa Spektrometer sederhana telah berhasil dibuat untuk mengamati spektrum emisi dari berbagai sumber cahaya, seperti sinar matahari, lampu mobil jenis *halogen*, dan lampu *fluorescence*, *flash light Light Emitting Diode* (LED) dari smartphone. Adapun pada penelitian ketiga yang dilakukan pada tahun 2023 membahas mengenai pengembangan alat spektrometer yang murah menggunakan tracker untuk menyelidiki spektrum cahaya. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa sinar seperti lampu helium, lampu merkuri, dan lampu neon. Hasil uji validasi delapan aspek yang dinilai menunjukkan bahwa kontak instrumen terpadu (KIT) percobaan spektrofotometer LED sederhana ini valid.

Keterbaruan penelitian pengembangan yang telah dilakukan oleh peneliti dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah penggunaan *webcam*, dan akrilik warna sebagai media pembelajaran pada materi gelombang cahaya secara bersamaan. Akrilik warna digunakan untuk memberikan efek cahaya yang berwarna-warni, *webcam* digunakan untuk mengambil gambar citra spektrum emisi cahaya.

2.3 Kerangka Pemikiran

Keterampilan proses sains adalah keterampilan yang harus dimiliki siswa pada abad 21, karena keterampilan proses sains diperlukan siswa untuk mempelajari dunia sains dan teknologi secara lebih detail. Keterampilan proses sains juga dapat membuat siswa aktif dan membentuk kebiasaan yang benar dalam memecahkan masalah, merencanakan eksperimen, serta membuat siswa belajar bagaimana mengaplikasikan sains.

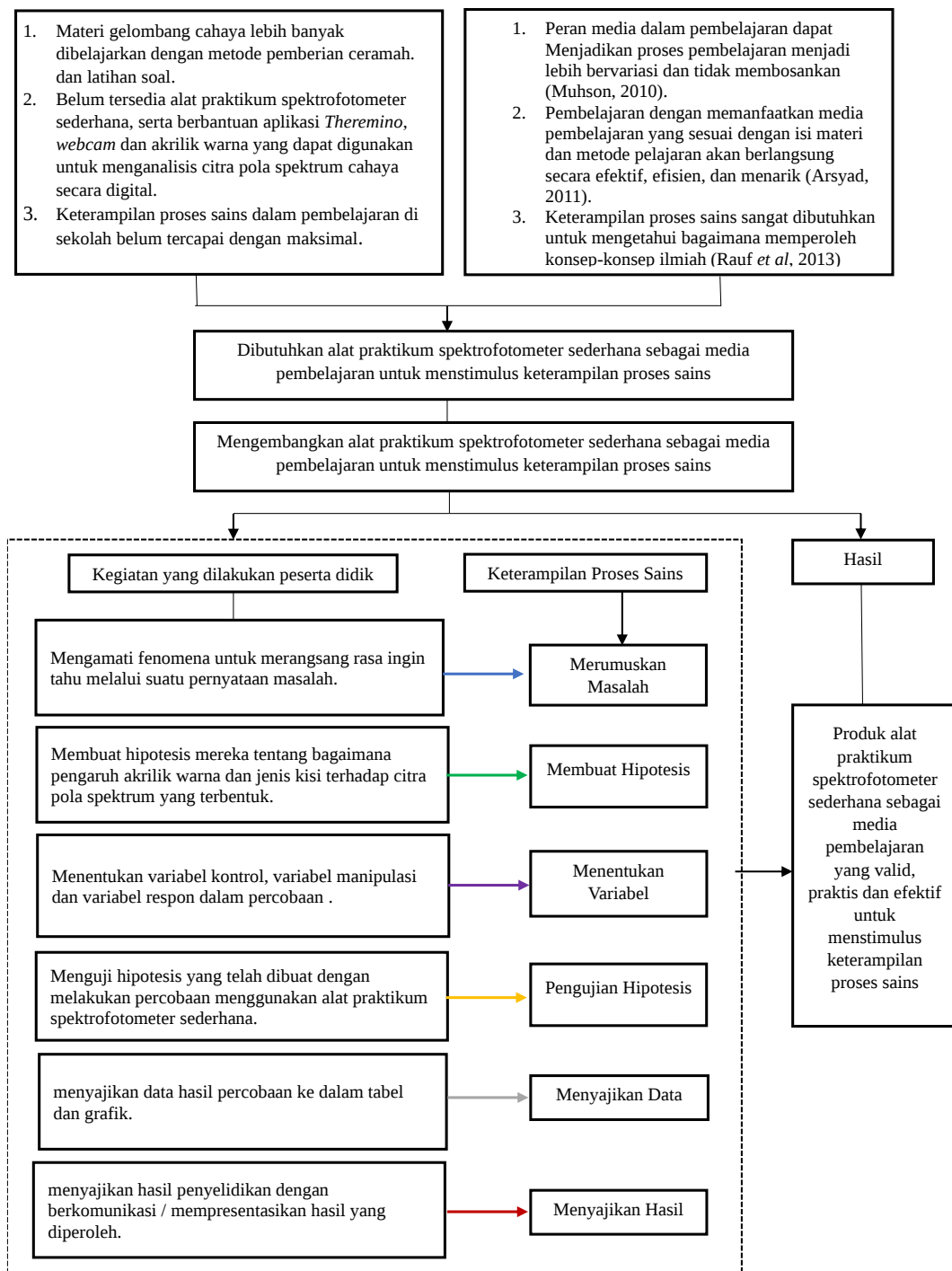
Dalam menstimulus keterampilan proses sains tentunya harus didukung oleh sarana pembelajaran yang memadai. Salah satu sarana pembelajaran yang dapat digunakan adalah media pembelajaran berupa alat praktikum.

Kehadiran alat praktikum dapat membantu peserta didik dalam memahami serta memperoleh gambaran langsung mengenai konsep yang diajarkan. Selain itu, kehadiran alat praktikum memberikan stimulus kepada peserta didik untuk memecahkan masalah melalui metode ilmiah yang membuat keterampilan proses ilmiah dapat terlatih. Namun, beberapa guru di sekolah yang menjadi sampel penyebaran angket analisis kebutuhan dalam penelitian ini belum menerapkan keterampilan proses sains karena ketidaktersediaan alat praktikum.

Hal ini mendorong peneliti untuk melakukan penelitian dengan mengembangkan alat praktikum spektrofotometer sederhana. Alat praktikum ini dimaksudkan untuk membantu guru dalam menstimulus keterampilan proses sains peserta didik pada pembelajaran konsep gelombang cahaya di sekolah ditinjau dari ketercapaian indikator keterampilan proses sains. Indikator keterampilan proses sains yang peneliti gunakan yaitu merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel, pengujian hipotesis, menyajikan data dan menyajikan hasil.

Pada indikator merumuskan masalah, peserta didik mengamati fenomena untuk merangsang rasa ingin tahu melalui suatu pernyataan masalah. Indikator membuat hipotesis ditandai dengan peserta didik memberikan

hipotesis mereka mengenai bagaimana pengaruh sumber cahaya yang berwarna-warni (akrilik warna) terhadap pola spektrum yang terbentuk maupun pengaruh jenis kisi yang digunakan terhadap pola spektrum, pada tahap ini indikator membuat hipotesis dapat dilatihkan. Pada indikator menentukan variabel dan pengujian hipotesis, peserta didik melakukan kegiatan eksperimen / percobaan menggunakan alat praktikum. Indikator menyajikan data peserta didik disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, lalu menarik kesimpulan dari data yang telah diperoleh dan membandingkan data hasil eksperimen dengan hipotesis. Indikator menyajikan hasil dilakukan dengan berkomunikasi / mempresentasikan hasil yang diperoleh.

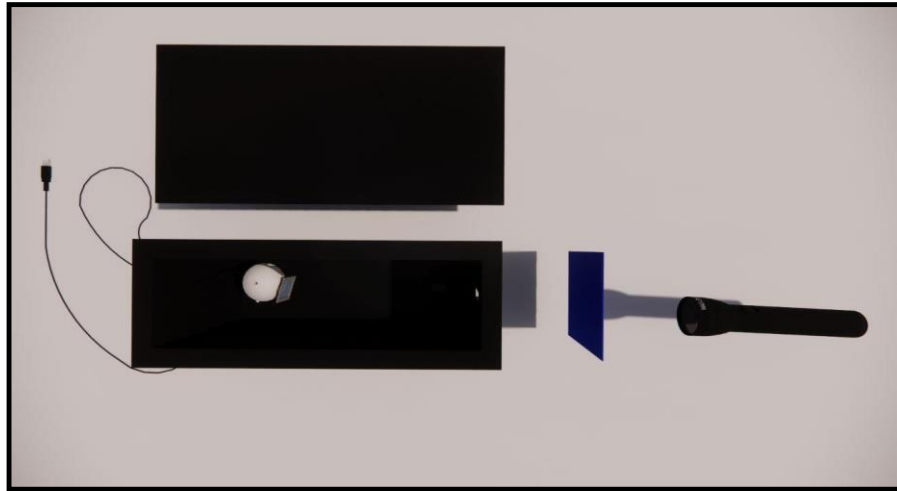


Gambar 2. Diagram Kerangka Berpikir

2.4 Model Hipotetik Rangkaian Alat Praktikum

Model hipotetik rangkaian alat praktikum merupakan kerangka awal hasil analisis kajian kerangka teori yang menjadi dasar dari pengembangan

produk. Desain rangkaian alat praktikum yang telah dikembangkan oleh peneliti adalah rangkaian alat praktikum spektrofotometer sederhana dan dianalisis menggunakan aplikasi *Theremino*. Berikut ini merupakan skema rancangan dan desain alat yang telah dikembangkan, dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Desain Alat Praktikum Spektrofotometer

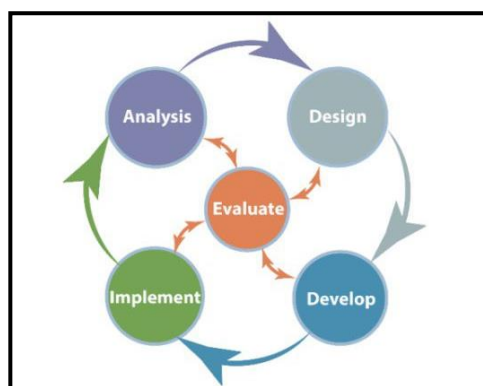
Desain kerangka untuk alat praktikum spektrofotometer sederhana berbentuk kotak persegi panjang terbuat dari papan kayu (*blockboard*) dengan ketebalan sekitar ± 1 cm, yang dirakit antar sisinya hingga terbentuk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*research and development*). Metode penelitian dan pengembangan digunakan untuk menghasilkan sebuah produk dan menguji kevalidan, kepraktisan serta keefektifan produk. Pada metode penelitian dan pengembangan ini merujuk pada model pengembangan produk yang diadaptasi dari Branch R.M (2009) yang terdiri dari 5 tahap yaitu *Analyze* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), *Evaluation* (evaluasi).

Model ADDIE dipilih karena memiliki langkah sistematis, sederhana dan mudah untuk diimplementasikan dalam suatu penelitian pengembangan serta apabila dalam prosedur pengembangannya dilakukan dengan baik dan benar, maka akan menghasilkan produk yang baik dan dapat dipertanggung jawabkan karena telah melalui beberapa proses uji coba dan revisi. Berikut pengembangan dengan menggunakan model ADDIE dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4. Prosedur Penelitian ADDIE (Branch R.M, 2009)

Sejalan dengan gambar 3, maka dalam penelitian ini peneliti telah melakukan prosedur penelitian pengembangan alat praktikum spektrofotometer sederhana untuk menstimulus keterampilan proses sains. Pada proses pengembangan telah dilakukan uji ahli dan uji coba produk. Uji ahli dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari produk yang dihasilkan berdasarkan kesesuaian produk. Uji coba produk dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kepraktisan dan keefektifan dari produk hasil pengembangan.

3.2 Prosedur Penelitian Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan menggunakan pendekatan *Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE) kategori penelitian pengembangan produk yang diadaptasi dari Robert M Branch (2009), yang terdiri dari 5 tahapan yaitu, *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi) dan *evaluation* (evaluasi).

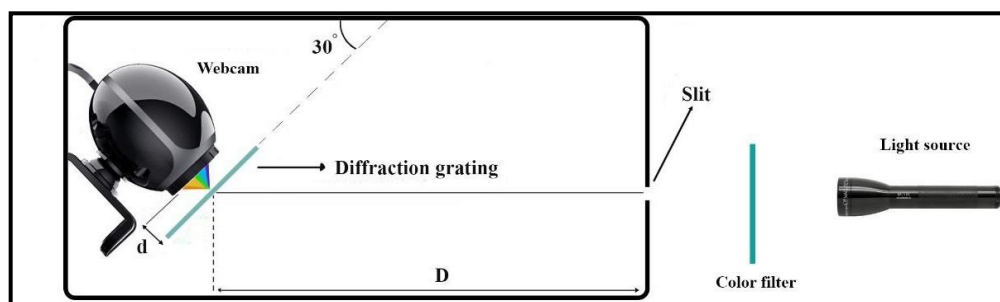
3.2.1 *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis merupakan langkah awal dalam penelitian ADDIE. Tahap ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan terhadap desain dan konten yang hasilnya digunakan sebagai acuan dalam merancang program pengembangan tersebut (Plomp & Nieveen, 2010). Analisis kebutuhan kepada 10 guru pendidikan fisika dan peserta didik di beberapa SMA di Lampung. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah pada sekolah tersebut. Diantaranya adalah untuk mendapatkan berbagai informasi seperti metode pembelajaran konsep gelombang cahaya, ketersediaan alat, keterampilan proses sains peserta didik, pengembangan alat yang telah ada sebelumnya, dan sebagainya. Informasi yang diperoleh berdasarkan analisis kebutuhan menjadi dasar peneliti dalam melakukan penelitian.

Sebagai tahapan studi awal dalam fase analisis kebutuhan ini, peneliti melakukan penyebaran angket melalui media *google form* ke beberapa sekolah menengah atas yang berbeda. Penyebaran angket diajukan kepada guru dan peserta didik untuk mengetahui masalah yang ada pada proses pembelajaran fisika khususnya materi gelombang cahaya. Informasi yang diperoleh dari analisis kebutuhan menjadi dasar peneliti melakukan penelitian pengembangan ini. Tahap analisis juga didukung dengan mengumpulkan informasi melalui observasi, studi literatur, maupun *internet*.

3.2.2 Design (Desain)

Tahap *design* (desain) adalah tahap perancangan produk yang telah dikembangkan yaitu berupa alat praktikum spektrofotometer sederhana. Perancangan pada tahap *design* ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi untuk membuat alat praktikum spektrofotometer sederhana, serta dilanjutkan dengan pembuatan instrumen berupa angket uji validitas dan uji kepraktisan alat praktikum yang dikembangkan. Desain alat praktikum spektrofotometer dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Rancangan Desain Alat Praktikum Spektrofotometer

Pemilihan material yang digunakan dalam pembuatan alat praktikum spektrofotometer sederhana ini dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Komponen Penyusun Alat Praktikum Spektrofotometer Sederhana

No.	Material	Fungsi
1.	Webcam	Sebagai pengambil gambar pola spektrum cahaya
2.	CD-R dan DVD-R	Sebagai kisi difraksi
3.	Black box	Melindungi webcam dan kisi difraksi dari cahaya luar, sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan lebih akurat.
4.	Akrilik warna	Memberikan efek cahaya yang berwarna-warni.
5.	Senter	Sumber sinar yang akan melewati celah pada blackbox
6.	Penjepit kertas	Penyeimbang akrilik warna supaya tetap berdiri tegak lurus.
7.	Laptop	Mengoperasikan aplikasi <i>theremino</i> untuk menganalisis hasil tangkap pola spektrum cahaya

3.2.3 Development (Pengembangan)

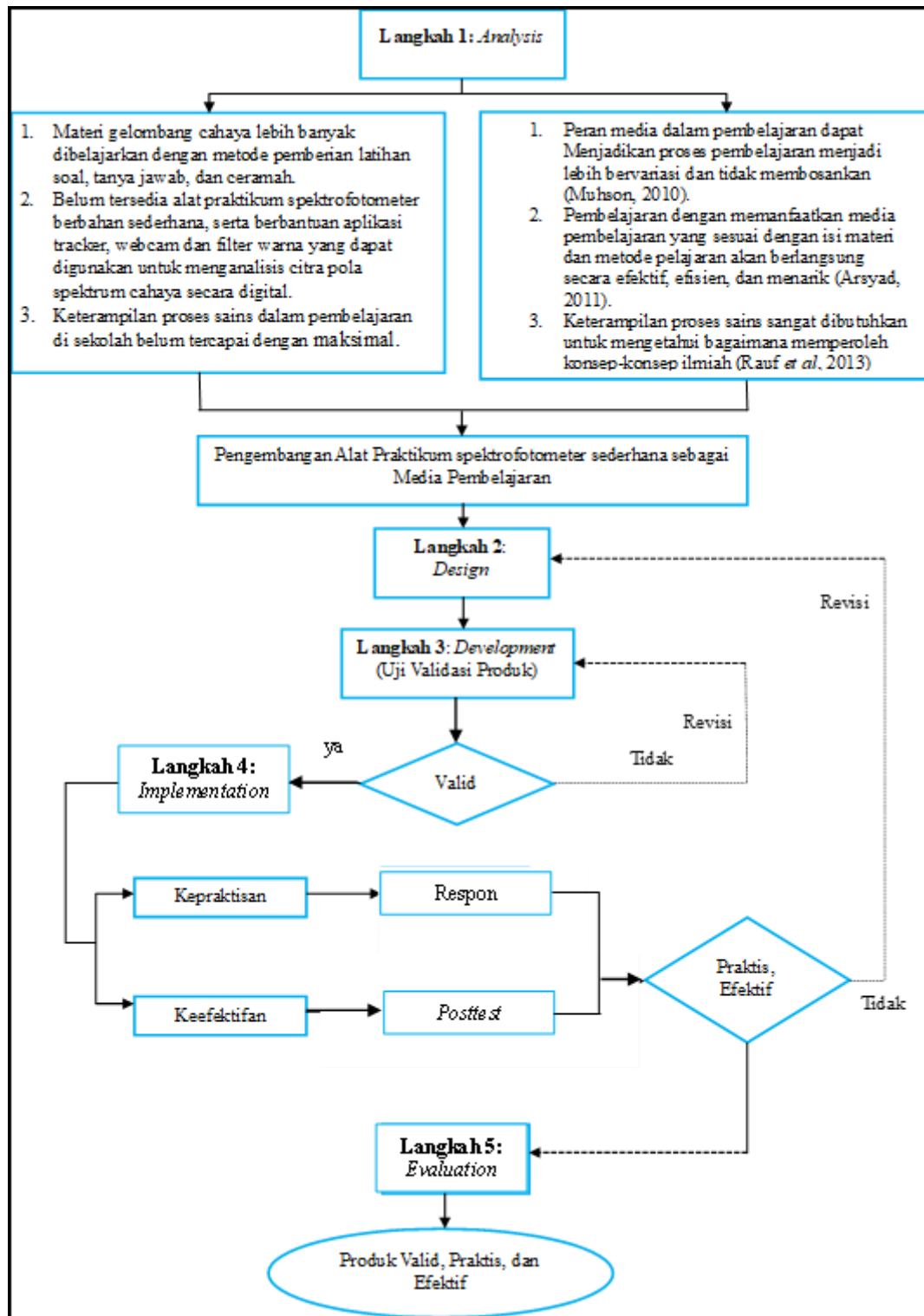
Development (pengembangan) yaitu tahap pengembangan produk sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap desain. Alat yang sudah ada sebelumnya dianalisis kelebihan dan kekurangannya kemudian peneliti mengembangkan alat sehingga dapat mengatasi kekurangan alat sebelumnya. Alat spektrofotometer sederhana yang ada sebelumnya menggunakan kertas akrilik warna yang mudah rusak dan sobek, sehingga peneliti menggantikannya menggunakan akrilik warna yang lebih kokoh. Pada tahap ini menghasilkan produk berupa alat praktikum yang kemudian dilakukan uji validitas, uji kepraktisan.

3.2.4 Implementation (Implementasi)

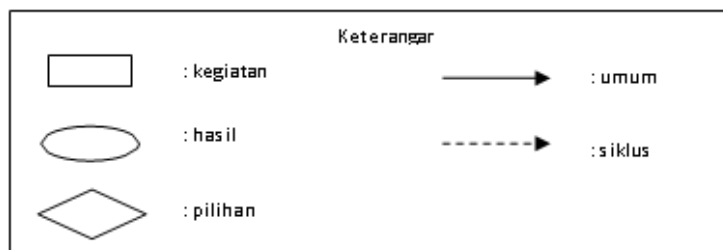
Tahap implementasi dapat dilaksanakan melalui peserta didik sebagai responden pengguna produk, dalam tahap ini dilakukan pemberian panduan penggunaan alat, uji coba produk serta uji coba kelompok kecil yang diadakan pengedaran lembar soal posttest. Sehingga hasil dari implementasi menjadi bahan evaluasi produk sehingga dapat digunakan dengan layak. Implementasi ini berfungsi untuk mengetahui keterampilan-keterampilan proses sains peserta didik.

3.2.5 *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui perkembangan dalam proses penelitian dan untuk mengetahui pencapaian dari proses penelitian yang telah dilaksanakan. Pada tahap evaluasi, peneliti melakukan perbaikan di setiap tahap penelitian berdasarkan saran dan masukan dari validator maupun berdasarkan hasil uji coba secara mandiri (pra-uji validitas). Evaluasi dalam tahap ini bertujuan untuk menguji kevalidan, kepraktisan serta keefektifan alat praktikum spektrofotometer sederhana yang dibuat agar dapat diperbaiki dan disempurnakan lagi sebelum diuji coba dalam skala yang lebih besar. Seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alur Tanggapan Penelitian dan Pengembangan



Gambar 7. Diagram Pengembangan Produk.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu angket, LKPD dan soal *posttest*. Angket yang digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam mengembangkan alat praktikum spektrofotometer sederhana. Pada penelitian ini, penyusunan angket dilakukan untuk beberapa tahapan seperti analisis dan pengembangan. Adapun penyusunan angket meliputi angket analisis kebutuhan, angket kevalidan, angket kepraktisan dan soal *posttest*.

3.3.1 Angket Analisis Kebutuhan

Angket analisis kebutuhan berisi daftar pertanyaan yang ditujukan kepada guru dan peserta didik mengenai kegiatan pembelajaran fisika, khususnya materi gelombang cahaya di sekolah. Daftar pertanyaan yang digunakan untuk mengetahui fakta-fakta terhadap perilaku peserta didik dalam mempelajari konsep gelombang cahaya. Angket analisis kebutuhan juga digunakan untuk mengetahui pemakaian media pembelajaran yang digunakan guru, dan media pembelajaran yang diharapkan guru dan peserta didik untuk kedepannya.

3.3.2 Angket Kevalidan Produk

Angket uji validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan dan kelayakan alat praktikum yang digunakan sehingga dapat digunakan

sebagai media pembelajaran gelombang cahaya. Angket uji validitas terdiri dari uji secara empiris dan teoritis. Angket uji validitas secara empiris dilakukan oleh peneliti secara mandiri dengan membandingkan hasil percobaan produk dengan teori yang ada. Sedangkan, angket uji validitas secara teoritis diisi oleh tiga orang validator yang ahli di bidang materi konstruk dan media. Angket yang digunakan dalam tahap ini menggunakan *rating-scale* dengan 4 kategori penilaian dari yang tertinggi, yaitu 4,3,2, dan 1. Sistem penskoran menggunakan skala *likert* yang diadaptasi dari Ratumanan dan Laurent (2011) dapat dilihat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Skala Likert pada Angket Uji Validitas

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang baik	2
Tidak baik	1

(Ratumanan dan Laurent, 2011)

3.3.3 Angket Kepraktisan Produk

Angket uji kepraktisan diisi oleh beberapa orang mahasiswa sebagai pengguna yang bertujuan untuk mengetahui tanggapan mereka terkait keefektifan dari alat praktikum spektrofotometer sederhana yang telah dikembangkan. Sistem penskoran serta angket yang digunakan diadaptasi dari Festiana *et al.* (2019) yang terdiri dari 4 bagian yaitu *usefulness, ease of use, ease of learning, satisfaction*. Berikut ini skala pada uji kepraktisan yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala pada Uji Kepraktisan

No.	Aspek Yang Dinilai	4	3	2	1
1.	<i>Usefulness</i>	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
2.	<i>Ease of Use</i>	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
3.	<i>Ease of Learning</i>	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik
4.	<i>Satisfaction</i>	Sangat baik	Baik	Kurang baik	Tidak baik

(Festiana *et al.*, 2019)

3.3.4 Soal *Posttest*

Instrumen lembar soal *posttest* ini digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik, sehingga pengembangan alat praktikum spektrofotometer sederhana yang dikembangkan dapat menstimulus keterampilan proses sains peserta didik. Instrumen ini digunakan untuk mengukur kemampuan akhir peserta didik setelah mempelajari alat yang telah dikembangkan.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian pengembangan ini yaitu dengan cara menganalisis hasil uji validitas dan uji kepraktisan terhadap produk yang dikembangkan.

3.4.1 Analisis Data Uji Validitas

Data untuk validitas mengacu pada uji empiris dan uji teoritis. Uji empiris dilakukan oleh peneliti secara mandiri dengan membandingkan hasil percobaan produk dengan teori yang ada. Data uji teoritis diperoleh dari angket uji ahli materi dan konstruk, serta angket uji ahli materi, media, dan desain yang diisi oleh 3 validator. Instrumen yang digunakan memiliki empat kriteria pilihan jawaban, yang dianalisis dengan analisis persentase (Sudjana, 2005).

$$\%X = \frac{\Sigma \text{Skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh dari hasil uji validitas kemudian dikonversi agar diketahui kriterianya. Pengkonversian skor penilaian diadaptasi dari Arikunto (2011) seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Konversi Skor Penilaian Uji Validitas

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Validitas sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Validitas rendah/kurang baik
40,1%-60%	Validitas sedang/cukup baik
60,1%-80%	Validitas tinggi/baik
80,1%-100%	Validitas sangat tinggi/sangat baik

(Arikunto, 2011)

Berdasarkan Tabel 7, peneliti memberikan batasan terhadap produk yang dikembangkan bahwa terkategori valid apabila dapat mencapai skor minimal 60% yaitu dengan kriteria validitas sedang.

3.4.2 Analisis Data Uji Kepraktisan

Data uji kepraktisan diperoleh dari data respon peserta didik dan data persepsi guru. Data respon peserta didik diperoleh dari angket yang diisi oleh peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

$$\%X = \frac{\Sigma \text{Skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh kemudian dikonversi agar diketahui kriterianya. Pengkonversian skor penilaian diadaptasi dari Arikunto (2011) seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Konversi Skor Penilaian Respon Peserta Didik

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Kepraktisan sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Kepraktisan rendah/kurang baik
40,1%-60%	Kepraktisan sedang/cukup baik
60,1%-80%	Kepraktisan tinggi/baik
80,1%-100%	Kepraktisan sangat tinggi/sangat baik

(Arikunto, 2011)

Berdasarkan Tabel 8, peneliti memberikan batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori baik (praktis) jika digunakan pada pembelajaran difraksi cahaya apabila dapat mencapai skor minimal 60% yaitu dengan kriteria cukup baik.

3.4.3 Analisis Data Uji Keefektifan

Data uji keefektifan digunakan untuk mengetahui keefektifan produk diperoleh berdasarkan tes. Tes dilakukan sebanyak satu kali yaitu setelah diberikan perlakuan (*posttest*). Soal tes yang telah dikerjakan kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

$$\%X = \frac{\Sigma \text{Skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh kemudian dikonversikan agar dapat diketahui kriterianya dengan mengadaptasi konversi skor dari Arikunto (2011) seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Konversi Skor Penilaian Tes

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Keefektifan sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Keefektifan rendah/kurang baik
40,1%-60%	Keefektifan sedang/cukup baik
60,1%-80%	Keefektifan tinggi/baik
80,1%-100%	Keefektifan sangat tinggi/sangat baik

(Arikunto, 2011)

Berdasarkan Tabel 9 peneliti memberikan batasan bahwa produk yang dikembangkan dapat dikatakan efektif berdasarkan hasil tes apabila skor rata-rata yang diperoleh siswa mencapai skor minimum 60% dengan kategori tinggi/baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Alat praktikum spektrofotometer sederhana dinyatakan valid melalui 4 aspek penilaian yaitu materi, kebermanfaatan pada keterampilan proses sains, ilustrasi, serta kualitas dan tampilan alat praktikum. Berdasarkan 4 aspek tersebut diperoleh nilai rata-rata akhir sebesar 0.88 yang dipersentasekan sehingga menjadi 88% dengan kategori validitas sangat tinggi.
2. Kepraktisan alat praktikum spektrofotometer sederhana dinyatakan berdasarkan 4 aspek penilaian yaitu *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Dari keempat aspek penilaian tersebut diperoleh nilai rata-rata akhir sebesar 0.89 yang dipersentasekan sehingga menjadi 89% dengan kategori kepraktisan sangat tinggi.
3. Keefektifan alat praktikum spektrofotometer sederhana dinyatakan efektif terlihat dari hasil tes yang diberikan setelah melakukan percobaan (*posttest*) dengan nilai rata-rata akhir sebesar 76% dengan kategori keefektifan tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut.

1. Pada penelitian berikutnya disarankan tidak perlu menginstal aplikasi *tracker* pada laptop atau komputer yang digunakan. Hal ini disebabkan pada aplikasi *theremino* versi terbaru sudah menunjukkan grafik mengenai

panjang gelombang cahaya.

2. Pada penelitian berikutnya disarankan dalam menyimpan gambar hasil pola tangkap yang terekam oleh kamera *webcam* dengan memanfaatkan fitur yang ada pada aplikasi *theremino*, sehingga tidak perlu menggunakan cara *screenshot* dalam menyimpan gambar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4), 1–12.
- Afriana, Jaka, Anna Permanasari, and Any Fitriani. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk meningkatkan Literasi Sains Siswa ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2 (2).
- Aktamis, H., & Ergin, O. (2008). The effect of scientific process vskills education on students scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Journal Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 9(1), 1–21.
- Ambross, J., Meiring, L., & Baalighaut, S. (2014). The Implementation and Development of Science Process Skills in The Natural Sciences: A Case Study of Teachers' Perceptions. *Africa Education Review*, 11 (3): 459-474.
- Anderson, W. L. & Krathwohl, R. D. (2001). *Kerangka Landasan Pembelajaran dan Asesmen Revisi Taksonomi Bloom Revisi*. Terjemahan oleh Prihantoro, A. 2010. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Antrakusuma, B., Masykuri, M., & Ulfa, M. (2017). Analysis Science Process Skills Content in Chemistry Textbooks Grade XI at Solubility and Solubility Product Concept. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*. 2(1), 72-78
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Branch, R.M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Boston, MA: Springer US.
- Vernando Enrico dan Henri P. U (2015) Pengembangan Spektrometer Sederhana dengan Grating Refleksi dari Keping DVD-R Kosong dan Sensor dari CCD Webcam II-121. *Seminar Nasional:Sains, Rekayasa, & Teknologi UPH*, mei, 121–128.

- Festiana, I., Herlina, K., Kurniasari, L. S., & Haryanti, S. S. (2019). Damping Harmonic Oscillator (DHO) for Learning Media in The Topic Damping Harmonic Motion. *International Conference on Mathematics and Science Education*. 1157(3),1-6.
- Giancoli, Douglas C. (2019). *Physics for Scientists and Eingeineers*. USA: Pearson Education.
- Gürses, A., Çetinkaya, S., Doğar, Ç., & Şahin, E. (2015). Determination of Levels of Use of Basic Process Skills of High School Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 191, 644 – 650.
- Hasrudin, & Rezeqi, S. (2012). Analisis Pelaksanaan Praktikum Biologi dan Permasalahannya di SMA Neheri Sekabupaten Karo. *Jurnal Tabularasa Pps Unimed*, 09(1), 17–3.
- Herlina, K., Wicaksono, B. A., Andra, D., & Nyeneng, I. D. P. (2022). Development of a Simple and Low-Cost Light Diffraction Props for Teaching and Learning Optics during Covid-19 Outbreak. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(2), 437–447.
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Addie (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Model in Islamic Education Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam*, 1(1), 28–37
- Hodosyová, M., Útla, J., Vanyová, M., Vnuková, P., & Lapitková, V.(2015). The Development of Science Process Skills in Physics Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 186(1), 982-989.
- Jalil, S., Herman, Ali, M. S., & Haris, A. (2018). Development and Validation of Science Process Skills Instrument in Physics. *Journal of Physics*. 1028 (1): 1-6.
- Kazeni, M. M. M. (2005). *Development and validation of a test of integreted science process skills for the further education and training learners*. University of Pretoria South Africa. 1-149.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11.
- Khairunnisa, S., Amelza, R., Lubis, N. A., & Putri, M. D. (2023). Kajian Spektrometer Menggunakan Sensor Cahaya TCS3200. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 6(01), 13–19.
- Kobierska, H., Fiertak, MT & Grodzinska, MJ (2007). Polandia". *Jurnal Pendidikan Biologi*. 42(1), 12-18.

- Kurniawan, D. A., Maison, Darmaji, Astalini, & Dewi, U. P. (2019). Analysis of science process skills in physics education students. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 23(2), 197–205.
- Lasia, I., Budiada, I., & Widiasih, N. N. (2020). Peningkatan Keselamatan Kerja Di Laboratorium Melalui Pelatihan Penggunaan Bahan Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Widya Laksana*, 9(1), 19–29.
- Lestari, Y. M., & Diana, N. (2018). Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar I. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 01(1), 49–54.
- Mešić, V., Hajder, E., Neumann, K., & Erceg, N. 2016. Comparing Different Approaches to Visualizing Light Waves: An Experimental Study on Teaching Wave Optics. *Physical Review Physics Education Research*. 12(1): 1-18.
- Nafaida, R., Pandia, E. S., Sari, R. P., & Nursamsu, N. (2023). Training on The Use of KIT Science Laboratory Equipment for Teachers and Students to Support The Implementation of The Independent Curriculum. *Unram Journal of Community Service*, 4(3), 101–107.
- Najjar, L.J. (1995). *A Review of the Fundamental Effects of Multimedia Information Presentation on Learning*. Atlanta: School of Psychology and Graphic, Visualization, and Usability Laboratory, Georgia Institute of Technology, Atlanta.
- Nun Shiha, S. (2014). Pengembangan Alat Peraga Percepatan Benda Untuk Menunjang Pembelajaran Fisika Pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(2), 180–184.
- Ongowo, R. O., & Indoshi, F. C. (2013). Science Process Skills in the Kenya Certificate of Secondary Education Biology Practical Examinations. *Creative Education*, 04(11), 713–717.
- Özgelen, S. (2012). Students Science Process Skills Within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 8(4), 283-292.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–210. <https://doi.org/10.1007/BF01320076>
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2010). An introduction to educational design research. *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai*, 129.
- Prayogi, S., Silviana, F., & Saminan. (2023). Development of an Inexpensive

Spectrometer Tool with a Tracker to Investigate Light Spectrum. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 24(1), 28–38.

- Purwaningsih, S., Nehru, N., Jufrida, J., Pathoni, H., & Muliawati, L. (2020). Pengenalan Alat–Alat Praktikum Fisika Pada Materi Optik Bagi Siswa Sma Negeri 8 Muaro Jambi. *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 692.
- Rahma, Y. T., Putri, D. H., & Syarkowi, A. (2023). Analisis Kebutuhan Alat Peraga Sederhana Dalam Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 14(1), 57–66.
- Ratumanan, T., & Laurent, T. (2011). *Penilaian Hasil Belajar Pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Rauf, R. A., Rasul, M. S., Mansor, A. N., Othman, Z., & Lyndon, N. (2013). Inculcation of Science Process Skills in a Science Classroom. *Asian Social Science*. 9(8): 47-57
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2009). *Design and Development Methods, Strategies, and Issues*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Rizki, F., & Asrizal, A. (2023). E-Worksheet Design of STEM Integrated Sound and Light Wave Materials to Improve Student’s Knowledge and Data Literature. *Physics Learning and Education*, 1(2), 71–80.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. *Departemen of STEM Education and Profesional Studies Old Dominion University*, 111–118.
- Samudra, G., Suastra, M., & Suma, M. (2014). Permasalahan-Permasalahan Yang Dihadapi Siswa SMA Di Kota Singaraja Dalam Mempelajari Fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 4(1), 1–7.
- Santoso, J., Suhardjono, H., & Wattimury, A. (2020). The Study of Color Spectrum Curs Value Against Sunlight Color and Artificial Light for Plant Growth. *Seminar Nasional Magister Agriteknologi Fakultas Pertanian UPN*, 2020, 11–22.
- Sartika, S. B. (2015) Analisis Keterampilan Proses Sains (Kps) Mahasiswa Calon Guru Dalam Menyelesaikan Soal Ipa Terpadu. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Sidoarjo*. Hlm: 28-33.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing Teacher Education and Professional Development Needs For The Implementation Of Integrated Approaches To STEM Education. *International Journal of STEM Education*.

- Srisawasdi, N., & Kroothkeaw, S. (2014). Supporting students' conceptual development of light refraction by simulation-based open inquiry with dual-situated learning model. *Journal of Computers in Education*, 1(1), 49–79.
- Sudarmani, Rosana, D., & Pujianto. (2018). Lesson Learned: Improving Students' Procedural and Conceptual Knowledge through Physics Instruction with Media of Wave, Sound, and Light. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1).
- Sudjana. (2005). *Metode Statistik (6th Ed.)*. Bandung: PT. Tarsito.
- Trocaru, S., Berlic, C., Miron, C., & Barna, V. (2020). Using Tracker as Video Analysis and Augmented Reality Tool for Investigation of The Oscillations for Coupled Pendula. *Romanian Reports in Physics*. 72 (92): 1-16.
- Wee, L. K., & Lee, T. L. (2011). Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education: A Workshop for Redesigning Pedagogy. *Workshop at The 4th Redesigning Pedagogy International Conference*. 1-5.
- Widiatmoko, E., Widayani, Budiman, M., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2011). A simple spectrophotometer using common materials and a digital camera. *Physics Education*, 46(3), 332–339.
- Wijaya, A., Ertikanto, C., Andra, D., & Herlina, K. (2022). Development of Simple Light Diffraction Props Assisted by Tracker Application with Camera Module and Arduino UNO. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 7(3), 306.
- Winarni, J., Zubaidah, Siti, & H, Supriyono K. (2016). STEM: Apa, Mengapa dan Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana*, 1(1), 978-982.
- Yusup & Murniati. (2015). Pengembang Bahan Ajar Mata Kuliah Laboratorium Fisika Sekolah Berdasarkan Analisis Kompetensi. *Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya*. 155–162.
- Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2014). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World Journal of Education*, 5(1), 13–24.