

**KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN *e*-LKPD BERBASIS AKTIVITAS
MODEL PEMBELAJARAN *ExPRession* UNTUK MELATIHKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

(Skripsi)

Oleh

**HINDUN EKA FENANDA
1713022026**



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

ABSTRAK

KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN *e*-LKPD BERBASIS AKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *ExPRession* UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Oleh

Hindun Eka Fenanda

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi interferensi cahaya. Sampel yang digunakan yaitu peserta didik kelas XII MIPA 1 dan XII MIPA 3 SMAN 1 Abung Semuli Tahun Ajaran 2023/2024. Desain penelitian yang digunakan yaitu *Pretest Posttest Control Group Design*. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi aktivitas keterampilan berpikir kritis, dan lembar tes soal *essay*. Keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran *ExPRession* mencapai 89,50% dalam kategori terlaksana sangat baik, aktivitas keterampilan berpikir kritis peserta didik pada setiap indikator mencapai 80,16% dalam kategori baik sekali. Pembelajaran dengan menerapkan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* pada pembelajaran fisika dinyatakan efektif dalam mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik, hal ini terlihat dari nilai rata-rata *N-Gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,69 dengan kategori sedang, lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang sebesar 0,45. Berdasarkan hal tersebut, keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini didukung dengan hasil uji *Independent Sample T-Test* diperoleh nilai *Sig.(2-tailed)* sebesar 0,000 dan hasil uji *Effect Size* sebesar 2,234 dengan kategori sangat besar, maka dapat diambil kesimpulan bahwa *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Kata Kunci : *e*-LKPD, *ExPRession*, Keterampilan Berpikir Kritis

**KEPRAKTIKAN DAN KEEFEKTIFAN *e*-LKPD BERBASIS AKTIVITAS
MODEL PEMBELAJARAN *ExPRession* UNTUK MELATIHKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Oleh

HINDUN EKA FENANDA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

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



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

Judul Skripsi : **KEPRAKTISAN DAN KEEFEKTIFAN e-LKPD
BERBASIS AKTIVITAS MODEL
PEMBELAJARAN ExPRession UNTUK
MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS**

Nama Mahasiswa : Hindun Eka Fenanda

Nomor Pokok Mahasiswa : 1713022026

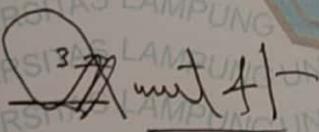
Program Studi : Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

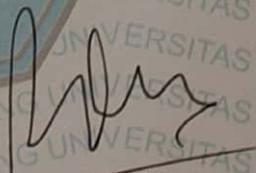
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

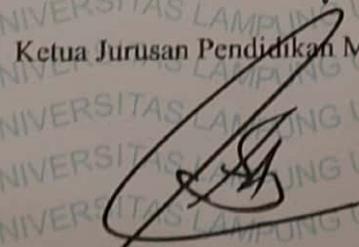

3

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



Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP 19681210 199303 1 002

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



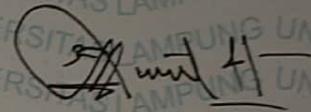
Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

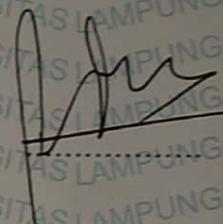
Ketua

: Dr. Kartini Herlina, M.Si.



Sekretaris

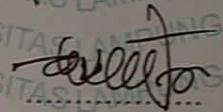
: Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.

NIP. 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Februari 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah

Nama : Hindun Eka Fenanda
NPM : 1713022026
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Tunggal Binangun, RT. 003 RW. 007, Desa Kembang
Tanjung, Kecamatan Abung Selatan, Kabupaten Lampung
Utara

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

Bandar Lampung, 30 Januari 2024



Hindun Eka Fenanda
1713022026

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Hindun Eka Fenanda, dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 17 Maret 2000 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Wahyudin dan Ibu Sri Astuti. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2004 di Taman Kanak-kanak RA Pratama, Kembang Tanjung. Kemudian melanjutkan pendidikan pada tahun 2005 di Sekolah Dasar Negeri 1 Kembang Tanjung. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Abung Semuli, diselesaikan tahun 2014. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Abung Semuli dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika penulis aktif dalam berbagai macam kegiatan organisasi. Penulis pernah menjadi sekretaris umum dari Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika), dan menjadi anggota divisi sosial masyarakat di Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta). Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sidang Kurnia Agung, Kecamatan Rawajitu Utara, Kabupaten Mesuji. dengan pelaksanaan Penulis juga melaksanakan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 di SMAN 1 Abung Semuli.

MOTTO

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar.”

(Q.S Ar-Rum: 60)

“Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu.

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(Q.S. Al-Baqarah: 216)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Orang tua tersayang, Bapak Wahyudin dan Ibu Sri Astuti yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendo'akan, serta memberi dukungan terhadap segala bentuk perjuangan penulis. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan kesempatan untuk selalu bisa membahagiakan serta membanggakan kalian dunia dan akhirat.
2. Adik penulis, Dava Aditya Pratama yang telah menyemangati dan mendoakan penulis.
3. Kakek, nenek, dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendo'akan yang terbaik untuk penulis.
4. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan pembelajaran dan bimbingan terbaik kepada penulis.
5. Sahabat dan teman-teman penulis yang selalu ada dalam setiap langkah perjuangan penulis dan senantiasa saling mengingatkan dalam kebaikan dan kesabaran.
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
5. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan dan menyelesaikan skripsi.
6. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku pembimbing I atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, kritik dan saran yang positif, serta memberikan motivasi dan arahan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
7. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
8. Bapak dan ibu dosen serta staf Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam setiap proses pembelajaran.

9. Ibu Iryana Febriza Wardhani, S.Pd., M.Pd., selaku kepala SMAN 1 Abung Semuli yang telah memberi izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
10. Ibu Elfri Familia Puspita, S.Pd. dan Ibu Rina Trikusmawati, S.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMAN 1 Abung Semuli yang telah memberikan izin dan membantu penulis selama melaksanakan penelitian.
11. Siswa dan siswi kelas XII MIPA 1 dan XII MIPA 3 SMAN 1 Abung Semuli atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
12. Sahabat seperjuangan yaitu Selia Febrianti, Sri, dan Chairani yang selalu menemani, menghibur, memberi semangat, serta membantu penulis selama mengerjakan skripsi.
13. Teman seperjuangan yaitu Sulistia, Ayu, Rizky, Fiqa, Triyas, dan Silvia yang telah memberikan semangat dan membantu penulis selama menjalani perkuliahan.
14. Teman-teman “YOLO *Generation*” Pendidikan Fisika angkatan 2017.
15. Kepada semua pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian lain.

Bandar Lampung, 30 Januari 2024

Hindun Eka Fenanda
1713022026

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoretis	7
2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (<i>e-LKPD</i>)	7
2.1.2 Model Pembelajaran <i>External Physics Representation</i> (<i>ExpRession</i>)	8
2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis	12
2.1.4 Interferensi Cahaya.....	15
2.1.5 Pembelajaran Induktif	17
2.1.6 Teori Belajar Konstruktivis Sosial	19
2.1.7 Teori Belajar Bermakna	20
2.2 Kerangka Pemikiran.....	21
2.3 Anggapan Dasar	24
2.4 Hipotesis.....	24
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	25
3.3 Variabel Penelitian	25
3.4 Desain Penelitian.....	26
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.6 Instrumen Penelitian	29
3.7 Analisis Instrumen Penelitian	30
3.7.1 Uji Validitas.....	30

3.7.2 Uji Reliabilitas.....	31
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.9 Teknik Analisis Data.....	33
3.9.1 Analisis Data Kepraktisan	33
3.9.2 Analisis Data Keefektifan.....	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil Penelitian	38
4.1.1 Kepraktisan Pembelajaran	38
4.1.2 Keefektifan Pembelajaran	42
4.2 Pembahasan.....	47
4.2.1 Kepraktisan Pembelajaran	47
4.2.2 Keefektifan Pembelajaran	57
V. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model Pembelajaran <i>ExPRession</i>	9
2. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	13
3. Desain Penelitian pada Kelas Eksperimen.....	26
4. Desain Penelitian pada Kelas Kontrol.....	27
5. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	28
6. Interpretasi Koefisien Validitas Instrumen	30
7. Hasil Uji Validitas Soal.....	31
8. Interpretasi Reliabilitas Instrumen	32
9. Kriteria Persentase Hasil Keterampilan Berpikir Kritis	33
10. Kriteria Persentase Penilaian Keterlaksanaan Pembelajaran	34
11. Kriteria Persentase Penilaian Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis.....	34
12. Kriteria Interpretasi <i>N-Gain</i>	35
13. Interpretasi Nilai <i>Cohen's</i>	37
14. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran Model <i>ExPRession</i>	39
15. Hasil Analisis Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	40
16. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Tiap Kelas.....	42
17. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Tiap Indikator	43
18. Hasil Uji Normalitas Data.....	44
19. Hasil Uji Homogenitas	45
20. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	46
21. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Interferensi Cahaya pada Celah Ganda	16
2. Diagram Sinar Interferensi Celah Ganda	16
3. Diagram Kerangka Pemikiran	23
4. Hasil Keterlaksanaan Model Pembelajaran <i>ExPRession</i>	39
5. Grafik Persentase Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis.....	41
6. Contoh Jawaban Rumusan Masalah.....	53
7. Contoh Jawaban Menganalisis Variabel	54
8. Aktivitas Investigasi atau Penyelidikan	55
9. Hasil Percobaan.....	55
10. Aktivitas Presentasi Peserta Didik	56
11. Diagram <i>N-Gain</i> Tiap Kelas	58
12. Hasil <i>N-Gain</i> Tiap Indikator	59
13. Contoh Jawaban Salah pada Indikator <i>Interpretation</i>	60
14. Contoh Jawaban Benar pada Indikator <i>Interpretation</i>	60
15. Contoh Jawaban Salah pada Indikator <i>Analysis</i>	61
16. Contoh Jawaban Benar pada Indikator <i>Analysis</i>	61
17. Contoh Jawaban Salah pada Indikator <i>Inference</i>	62
18. Contoh Jawaban Benar pada Indikator <i>Inference</i>	62
19. Contoh Jawaban Salah pada Indikator <i>Evaluation</i>	63
20. Contoh Jawaban Benar pada Indikator <i>Evaluation</i>	64
21. Contoh Jawaban Salah pada Indikator <i>Explanation</i>	65
22. Contoh Jawaban Benar pada Indikator <i>Explanation</i>	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Materi Hukum Newton.....	76
2. RPP Berbasis Aktivitas Model Pembelajaran <i>ExPRession</i>	79
3. RPP Konvensional	86
4. Kisi-kisi Instrumen Pengukuran Keterampilan Berpikir Kritis	91
5. Instrumen <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	93
6. Rubrik Penilaian <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	98
7. Instrumen Keterlaksanaan Sintaks Model <i>ExPRession</i>	100
8. Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis	103
9. Rubrik Penilaian Instrumen Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis.....	104
10. <i>e</i> -LKPD Berbasis Aktivitas Model <i>ExPRession</i>	107
11. Hasil Uji Validitas.....	108
12. Hasil Uji Reliabilitas	109
13. Data Hasil Uji Validitas	110
14. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttes</i> , dan <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen	112
15. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttes</i> , dan <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol	114
16. Rekapitulasi <i>N-Gain</i> Tiap Indikator.....	116
17. Hasil Uji Statistik	118
18. Analisis Butir Soal Kelas Eksperimen	121
19. Analisis Butir Soal Kelas Kontrol	124
20. Data Keterlaksanaan Model Pembelajaran <i>ExPRession</i>	127
21. Hasil Penilaian Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis.....	129
22. Surat Penelitian	131
23. Foto Kegiatan.....	132

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan pembelajaran pada abad 21 berorientasi pada perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang pesat. Para pendidik diharuskan untuk dapat memberikan pembelajaran berkualitas yang dapat membentuk generasi masa depan yang berpengetahuan dan siap menghadapi berbagai tantangan. Peserta didik sebagai generasi masa depan harus menguasai berbagai keterampilan belajar seperti berpikir kreatif dan inovatif (*creativity and innovation*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), berkomunikasi (*communication*), dan berkolaborasi (*collaboration*) agar dapat bersaing secara global (González-Pérez & Ramírez-Montoya, 2022).

Salah satu keterampilan yang harus dimiliki peserta didik dalam menghadapi perkembangan IPTEK pada pembelajaran abad ke-21 adalah keterampilan berpikir kritis (Andriani dkk., 2020). Berpikir kritis merupakan bagian dari berpikir tingkat tinggi. Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan yang berkaitan dengan menghubungkan segala pengetahuan atau konsep yang dimiliki dalam rangka menetapkan keputusan yang rasional dan dapat dipercaya (Miele & Wigfield, 2014). Pendidik sebagai fasilitator berperan penting dalam proses pembelajaran, salah satunya dengan menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran sehingga peserta didik dapat lebih aktif dan terbiasa melatih keterampilan berpikir kritisnya. Melatihkan keterampilan berpikir kritis membuat peserta didik menunjukkan kinerja dalam pembelajaran,

mampu memahami konsep dengan baik, menjadi komunikator yang efektif, pemecah masalah yang kompeten, dan menjadi seorang ahli dalam bidang yang dikuasainya (Zivkovic, 2016).

Keterampilan berpikir kritis dapat dilatih melalui pembelajaran fisika fenomena kehidupan sehari-hari. Namun realitanya, peserta didik mengungkapkan terdapat kesulitan memahami konsep fisika yaitu bagaimana menerapkan pengetahuan dalam situasi baru dan kehidupan nyata (Camarao & Nava, 2017). Salah satu materi yang dianggap sulit oleh peserta didik pada pembelajaran fisika adalah optika terutama pada materi interferensi cahaya, peserta didik mengalami kesulitan menafsirkan pola hasil interferensi cahaya celah ganda atau celah banyak serta kecenderungan untuk dapat menentukan ide-ide dari optika dalam memvisualisasikan efek interferensi cahaya yang terjadi (Mc.Dermot, 2000). Penelitian yang telah dilakukan oleh Sa'adah dkk. (2017) menemukan bahwa penguasaan konsep berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan oleh Fadilah (2023) dalam melalui penyebaran angket kepada pendidik dan peserta didik di beberapa sekolah, mengungkapkan bahwa pendidik masih menggunakan metode ceramah, diskusi, dan demonstrasi pada kegiatan pembelajaran materi interferensi cahaya. Selain itu, terdapat beberapa kesulitan selama kegiatan pembelajaran diantaranya keterbatasan alat praktikum, keterbatasan sumber belajar yang berisikan representasi masalah, dan keterbatasan media pembelajaran. Sementara itu, beberapa pendidik sudah menggunakan LKPD pada saat kegiatan praktikum interferensi cahaya namun belum efektif, hal ini disebabkan LKPD belum dilengkapi dengan gambar, animasi, latihan soal serta *link* yang tercantum tidak dapat dibuka langsung pada LKPD yang dibagikan. Keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan pada LKPD yang digunakan hanya indikator *inference*, sedangkan indikator lainnya belum dilatihkan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Susilawati dkk. (2020) terkait keterampilan berpikir kritis yang merupakan salah satu bagian dari kompetensi abad 21 menunjukkan bahwa keterampilan yang dimiliki peserta didik masih berada dalam kategori sedang, rendah, bahkan sangat rendah. Penelitian yang telah dilakukan oleh Haryanti *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa model pembelajaran *ExPReSSion* dapat diterapkan pada pembelajaran fisika topik Optik (Interferensi Cahaya) untuk menstimulus *system thinking* dan *numeracy skills* peserta didik. Pratiwi *et al.* (2023) dalam penelitiannya membuktikan bahwa mengimplementasikan model pembelajaran *ExPReSSion* pada bahan ajar yaitu *e-worksheet* dapat membangun *computational thinking skill* peserta didik.

Bahan ajar memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. Menyajikan bahan ajar dalam proses pembelajaran dapat memudahkan peserta didik mempelajari materi yang belum dipahami, pendidik perlu mengorganisasikan bahan ajar yang telah dikembangkan menjadi bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran (Setyowati *et al.*, 2018). Salah satu bahan ajar yang dapat mempermudah peserta didik memahami materi adalah Lembar Kerja Peserta Didik atau LKPD (Lee, 2014). Seiring dengan perkembangan IPTEK, penting dilakukan pembaharuan dalam kegiatan pembelajaran, salah satunya dengan mengganti penggunaan LKPD cetak menjadi LKPD elektronik atau *e-LKPD* (Hidayati dkk., 2021). Lembar kerja elektronik merupakan lembar kerja yang memuat ringkasan materi, soal-soal dan petunjuk pelaksanaan tugas berupa teks, audio, video, serta animasi yang harus dikerjakan oleh peserta didik dan mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai sehingga dapat membantu peserta didik belajar secara terarah, aktif, dan kritis (Awe & Ende, 2019). Lembar kerja elektronik mengacu pada bahan ajar yang didistribusikan secara elektronik bersifat virtual, portabel, terjangkau, dan dapat diakses melalui *computer* atau *smartphone* sehingga kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, efektif, serta memudahkan peserta didik dalam memahami konsep melalui eksperimen atau investigasi.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa bahan ajar berperan penting dalam proses pembelajaran, selain itu model pembelajaran *ExPRession* dapat diterapkan untuk menstimulus dan membangun kompetensi abad 21. Berdasarkan hal tersebut, peneliti menggunakan bahan ajar berupa lembar kerja peserta didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession*. Sintaks model pembelajaran *ExPRession* pada *e-LKPD* tersebut dapat membantu peserta didik dalam melatih keterampilan berpikir kritisnya dan membuat pembelajaran fisika lebih menarik serta tidak menegangkan karena dalam penggunaan *e-LKPD* peserta didik melakukan praktikum atau percobaan, melakukan diskusi dalam kelompok kecil, dan membuat laporan hasil percobaan. Berdasarkan uraian permasalahan di atas, agar pembelajaran menjadi lebih bermakna dan terstruktur dari pembelajaran sebelumnya maka peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Kepraktisan dan Keefektifan *e-LKPD* Berbasis Aktivitas Model Pembelajaran *ExPRession* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kepraktisan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik?
2. Bagaimana keefektifan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan kepraktisan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.
2. Mendeskripsikan keefektifan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak, diantaranya sebagai berikut.

1. Bagi Peserta Didik
e-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis.
2. Bagi Pendidik
e-LKPD dapat dijadikan sebagai alternatif perangkat pembelajaran yang mudah diakses baik melalui *smartphone* maupun komputer serta dapat menciptakan pembelajaran yang menyenangkan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.
3. Bagi Peneliti
Penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* pada proses pembelajaran.
4. Bagi Peneliti Lain
Penelitian ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk melakukan penelitian yang lebih baik serta memberikan gambaran dan wawasan untuk peneliti lain sebelum melakukan penelitian lebih lanjut.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan merupakan implementasi dari *e*-LKPD yang telah dikembangkan oleh Fadilah (2023) menggunakan model pembelajaran *ExPReSSion* menurut Herlina (2020) yang terdiri dari lima tahap yaitu orientasi, ekspresi, investigasi, evaluasi dan generalisasi.
2. *e*-LKPD ditujukan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan merupakan adaptasi dari Facione (2015) yang terdiri dari *interpretation, analysis, evaluation, inference, explanation, dan self regulation*.
3. Kepraktisan *e*-LKPD ditinjau dari keterlaksanaan menggunakan model pembelajaran *ExPReSSion* dan aktivitas keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam proses pembelajaran.
4. Keefektifan *e*-LKPD pada penelitian ini dapat ditinjau dari hasil *pretest dan posttest* peserta didik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoretis

2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e*-LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan bahan ajar berupa lembaran-lembaran yang digunakan sebagai pedoman dalam kegiatan pembelajaran, berisikan tugas dalam bentuk pertanyaan maupun langkah-langkah kerja yang harus dilakukan oleh peserta didik (Nurdin, 2016). Lembar kerja peserta didik memuat tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik sebagai bentuk latihan yang bertujuan agar peserta didik dapat memahami dan mengerti tentang materi yang diajarkan (Arief, 2015). Lembar kerja peserta didik dapat menunjang dan memfasilitasi kegiatan pembelajaran sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antar peserta didik maupun antara pendidik dengan peserta didik. Peran LKPD dalam proses pembelajaran adalah memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar aktif, memberikan pengalaman belajar yang menarik, dan memotivasi peserta didik sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik.

Pendidik sebagai fasilitator harus berinovasi untuk menciptakan suatu pembelajaran yang mengedepankan peserta didik berperan aktif dalam mencari dan mendapatkan informasi pengetahuan secara mandiri (Arsyad, 2021). Seiring dengan perkembangan IPTEK,

penting dilakukan pembaharuan dalam kegiatan pembelajaran, salah satunya dengan mengganti penggunaan LKPD cetak menjadi LKPD elektronik atau *e-LKPD* (Hidayati dkk., 2021). Lembar kerja elektronik merupakan lembar kerja yang di dalamnya memuat ringkasan materi, soal-soal dan petunjuk pelaksanaan tugas berupa teks, audio, video, serta animasi yang harus dikerjakan oleh peserta didik dan mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai sehingga dapat membantu peserta didik belajar secara terarah, aktif, dan kritis (Awe & Ende, 2019). Lembar kerja elektronik mengacu pada bahan ajar yang didistribusikan secara elektronik bersifat virtual, portabel, terjangkau, dapat diakses melalui *computer*, *smartphone* dan perangkat seluler lainnya. Melalui penggunaan *e-LKPD*, kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, efektif, serta memudahkan peserta didik dalam memahami konsep melalui eksperimen atau investigasi.

2.1.2 Model Pembelajaran *External Physics Representation (ExPRession)*

Model pembelajaran *External Physics Representation (ExPRession)* merupakan model pembelajaran dari hasil pengintegrasian dua strategi *problem solving* ke dalam model IMSA *Problem Base Learning (PBL)* yang dikembangkan oleh Herlina (2020) untuk membangun model mental serta *problem solving* peserta didik. Sintaks pada model pembelajaran ini didominasi oleh aktivitas yang dapat melatih kemampuan peserta didik dalam menciptakan berbagai representasi sebagai implikasi dari membangun struktur model mental (Herlina, 2020). Aktivitas pada model pembelajaran *ExPRession* dapat melatih peserta didik untuk memecahkan suatu masalah dengan menghubungkan pengetahuan atau informasi baru dengan pengetahuan atau pengalaman yang telah peserta didik miliki sebelumnya baik secara individu maupun kelompok.

Proses membangun model mental dan proses menyelesaikan masalah tersebut akan berdampak pada pembentukan peserta didik yang memiliki pemikiran kritis dan kreatif. Sintaks pembelajaran, aktivitas pendidik dan peserta didik dalam model pembelajaran *ExpRession* diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran *ExpRession*

Sintaks	Aktivitas Pendidik	Aktivitas Peserta Didik
Orientasi	Pendidik mengorganisasikan peserta didik menjadi kelompok kecil yang beranggotakan 4-5 peserta didik.	Peserta didik berkumpul ke dalam kelompok sesuai aturan yang telah ditentukan oleh pendidik.
	Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran kepada peserta didik.	Peserta didik menyimak tujuan pembelajaran yang disampaikan.
	Pendidik membangkitkan minat peserta didik mempelajari materi yang dibahas dengan memberikan motivasi berupa menampilkan fenomena (<i>ill structured problem</i>), mengajukan pertanyaan berkaitan dengan fenomena untuk melatih penalaran dan prediksi peserta didik, serta meminta peserta didik menuliskan hasil prediksi dan penalaran dari fenomena yang telah ditampilkan.	Peserta didik menanggapi motivasi yang diberikan pendidik dengan memperhatikan fenomena yang ditampilkan, menjawab pertanyaan dan menuliskan prediksi dari fenomena yang telah ditampilkan.
	Pendidik membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi konsep yang berkaitan dengan fenomena yang ditampilkan.	Peserta didik mengidentifikasi konsep-konsep yang berkaitan dengan fenomena.
	Pendidik membimbing peserta didik untuk mengumpulkan informasi terkait aplikasi konsep pada fenomena dari berbagai sumber.	Peserta didik mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan aplikasi konsep pada fenomena dari berbagai sumber.
	Ekspresi	Pendidik membagikan LKPD dan membimbing peserta didik menyelesaikan <i>ill structure problem</i> dengan tahapan:

Sintaks	Aktivitas Pendidik	Aktivitas Peserta Didik
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membimbing peserta didik menemukan masalah berdasarkan prediksi pada tahap orientasi. 2. Membimbing peserta didik membuat sketsa representasi masalah yang telah ditemukan. 3. Membimbing peserta didik menggambarkan representasi masalah dalam bentuk diagram sinar. 4. Membimbing peserta didik menentukan variabel yang berkaitan dengan masalah yang ditemukan. 5. Membimbing peserta didik membuat representasi fisika ke dalam persamaan matematis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menemukan masalah berdasarkan prediksi pada tahap orientasi. 2. Membuat sket representasi masalah yang telah ditemukan. 3. Menggambarkan representasi masalah dalam bentuk diagram sinar. 4. Menentukan variabel yang berkaitan dengan masalah yang ditemukan. 5. Membuat representasi fisika ke dalam persamaan matematis.
Investigasi	Pendidik membimbing peserta didik melakukan penyelidikan dengan membuat rumusan masalah, menyusun hipotesis, dan melaksanakan penyelidikan untuk menguji hipotesis.	Peserta didik melakukan penyelidikan dengan membuat rumusan masalah, menyusun hipotesis, dan melaksanakan penyelidikan untuk menguji hipotesis.
	Pendidik membimbing peserta didik mengkaji informasi terkait topik yang dibahas menggunakan berbagai sumber belajar.	Peserta didik mengkaji informasi terkait topik yang dibahas menggunakan berbagai sumber belajar.
	Pendidik meminta peserta didik melakukan diskusi kelompok terkait hasil kajian yang telah ditemukan.	Peserta didik melakukan diskusi kelompok terkait hasil kajian yang telah ditemukan.
	Pendidik meminta peserta didik melaporkan hasil investigasi sebagai hasil terbaik yang diperoleh dari hasil diskusi kelompok.	Peserta didik melaporkan hasil investigasi sebagai hasil terbaik yang diperoleh dari hasil diskusi kelompok.
Evaluasi	Pendidik meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil penyelidikan yang telah dilakukan secara bergantian.	Setiap kelompok mempresentasikan hasil penyelidikan yang telah dilakukan secara bergantian.

Sintaks	Aktivitas Pendidik	Aktivitas Peserta Didik
	Pendidik meminta peserta didik dari kelompok lain untuk menanggapi hasil temuan kelompok penyaji dan mengarahkan untuk menelaah materi yang sedang dipelajari.	Peserta didik memberikan tanggapan kepada kelompok lain dan menelaah materi yang sedang dipelajari.
	Pendidik mengarahkan peserta didik untuk menilai hasil kerja kelompok penyaji.	Peserta didik memberikan penilaian terhadap kelompok penyaji.
	Pendidik membimbing peserta didik baik individu maupun kelompok untuk menelaah materi dan menemukan masalah pada topik yang sedang dibahas.	Peserta didik menelaah materi dan menemukan masalah pada topik yang sedang dibahas.
	Pendidik membimbing peserta didik menyelesaikan secara eksperimen.	Peserta didik menyelesaikan masalah yang ditemukan secara eksperimen.
Generalisasi	Pendidik memberikan umpan balik kepada peserta didik terhadap hasil yang telah ditemukan.	Peserta didik menyimak penjelasan yang diberikan oleh pendidik.
	Pendidik membimbing peserta didik untuk menyelesaikan masalah dengan menerapkan <i>usefull description, physics approach, specific application of physics, mathematical procedures, dan logical progression</i> .	Peserta didik menyelesaikan masalah dengan menerapkan <i>usefull description, physics approach, specific application of physics, mathematical procedures, dan logical progression</i> .
	Pendidik memberikan umpan balik terhadap hasil kerja peserta didik dan memberikan tugas individu.	Peserta didik menyimak penjelasan yang diberikan pendidik, mengajukan pertanyaan apabila belum jelas, dan mengerjakan tugas yang telah diberikan.

Sumber: (Herlina, 2020)

Kelima tahap model pembelajaran *ExPRession* ini termuat dalam *e-LKPD* yang telah diimplementasikan oleh peneliti untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pelaksanaan model pembelajaran ini memungkinkan peserta didik untuk mengeksplor pengetahuan yang belum dipahami pada saat menyelesaikan masalah.

2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir merupakan proses yang kompleks dan penting dalam pembelajaran fisika sehari-hari. Berpikir secara umum membantu peserta didik memperoleh pengetahuan kognitif lebih dalam mengenai materi yang dipelajari dengan mengubah proses memperoleh pengetahuan tersebut dari proses pasif menjadi aktivitas mental (Al-Ghadouni, 2021). Proses kognitif yang dipecah menjadi langkah-langkah nyata seperti mengidentifikasi pertanyaan, mengidentifikasi apa yang diamati, mengidentifikasi konsep yang relevan, dan membuat prediksi yang masuk kemudian digunakan sebagai pedoman dalam berpikir disebut dengan keterampilan berpikir (Johnson, 2010). Salah satu keterampilan berpikir yang dibutuhkan oleh peserta didik dalam menghadapi pembelajaran abad 21 adalah keterampilan berpikir kritis (Wartono *et al.*, 2017).

Berpikir kritis merupakan suatu berpikir reflektif dari berbagai sudut pandang dengan membandingkan satu gagasan dengan gagasan yang lain, memberikan penjelasan dan penilaian dari apa yang telah diungkapkan sehingga mendapatkan suatu kesimpulan dari suatu permasalahan (Facione, 2015). Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan yang berkaitan dengan menghubungkan pengetahuan atau konsep yang dimiliki dalam rangka menetapkan keputusan yang rasional dan dapat dipercaya (Miele & Wigfield, 2014). Selain berkemampuan kognitif, dalam berpikir kritis peserta didik harus memiliki kemampuan menilai dan mengevaluasi suatu informasi secara kritis (Ankeny & Tresch, 2021). Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah suatu pemikiran yang reflektif dan rasional dalam mempertimbangkan konsep dan informasi dari berbagai sudut pandang sehingga dapat menetapkan kesimpulan dan mengambil keputusan dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

Keterampilan berpikir kritis dapat melatih pemahaman peserta didik terhadap permasalahan baru sehingga memiliki kesadaran untuk merancang, mengamati, menilai apa yang dipelajari, menerima informasi tanpa batas, serta menyelesaikan masalah-masalah yang kompleks (Sujanem dkk., 2022). Selain itu, keterampilan berpikir kritis dapat dilatihkan oleh pendidik kepada peserta didik yang menjadi tujuan pembelajaran pada semua tingkat disiplin ilmu untuk memecahkan permasalahan kehidupan yang semakin kompleks, menghasilkan kreativitas, dan inovasi berdaya saing global (Samadun & Dwikoranto, 2022). Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini merupakan adaptasi dari Facione (2015) seperti yang diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator	Kesepakatan Penjelasan Para Ahli
Interpretasi (<i>Interpretation</i>)	Kemampuan untuk memahami dan mengungkapkan arti atau maksud dari berbagai macam pengalaman, situasi, data, peristiwa, keputusan, konvensi, kepercayaan, aturan, prosedur atau kriteria.
Analisis (<i>Analysis</i>)	Kemampuan untuk mengidentifikasi maksud dan hubungan yang tepat antara pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi, atau bentuk representasi lain yang dimaksudkan untuk mengungkapkan kepercayaan, keputusan, pengalaman, alasan, informasi atau opini.
Kesimpulan (<i>Inference</i>)	Untuk mengidentifikasi dan mengamankan unsur-unsur yang diperlukan untuk menarik kesimpulan yang masuk akal; untuk membentuk dugaan dan hipotesis; untuk mempertimbangkan informasi yang relevan dan untuk mengurangi konsekuensi yang timbul dari data, pernyataan, prinsip, bukti, penilaian, keyakinan, opini, konsep, deskripsi, pertanyaan, atau bentuk representasi lainnya.
Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	Kemampuan untuk menilai kredibilitas dari suatu pernyataan atau representasi lain yang merupakan penjelasan atau deskripsi mengenai persepsi seseorang, pengalaman, situasi, keputusan, kepercayaan atau opini dan untuk menilai kekuatan logis dari hubungan inferensial antara pernyataan, deskripsi, pertanyaan atau bentuk representasi lainnya.

Indikator	Kesepakatan Penjelasan Para Ahli
Penjelasan (<i>Explanation</i>)	Kemampuan untuk menyatakan dan membenarkan suatu pernyataan berdasarkan bukti, konsep, metodologi, kriteria dan konteks yang menjadi dasar hasil penelitian serta menyajikan alasan dalam bentuk argumen yang meyakinkan.
Pengaturan Diri (<i>Self Regulation</i>)	Kemampuan untuk memonitori aktivitas kognitif diri sendiri, unsur-unsur yang digunakan dalam aktivitas tersebut, dan hasil yang dihasilkan, khususnya dengan menerapkan keterampilan dalam melakukan analisis dan evaluasi terhadap kemampuan diri sendiri dalam pengambilan keputusan dengan bentuk pertanyaan, konfirmasi, validasi dan koreksi.

Sumber: (Facione, 2015)

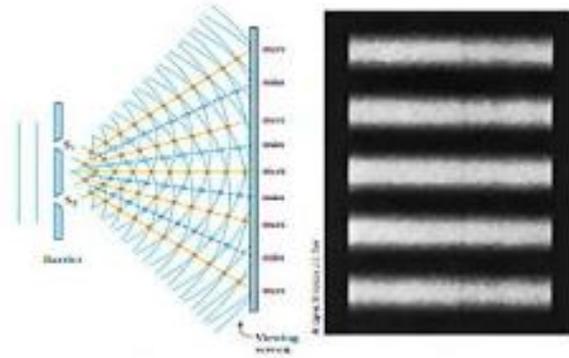
Melatihkan keterampilan berpikir kritis dapat menjadikan peserta didik terbiasa menata pola pikir dan keterampilan pada saat proses pembelajaran sehingga peserta didik mampu untuk mengatasi suatu permasalahan. Salah satu cara meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik yaitu dengan melibatkan peserta didik dalam pembelajaran *hands-on activity* (Agustia *et al.*, 2019). *Hands-on activity* dirancang dengan melibatkan peserta didik dalam bertanya dan menggali informasi, beraktivitas dan menemukan permasalahan, mengumpulkan dan menganalisis data serta menarik kesimpulan sendiri (Kartono, 2010). Hal ini sesuai dengan *e-LKPD* yang telah diimplementasikan pada penelitian ini, dimana dalam pelaksanaannya melibatkan aktivitas peserta didik dalam membangun keterampilan berpikir melalui kegiatan praktik, membuat representasi masalah, merancang proses penyelesaian masalah, dan melakukan penyelidikan untuk menguji hipotesis.

2.1.4 Interferensi Cahaya

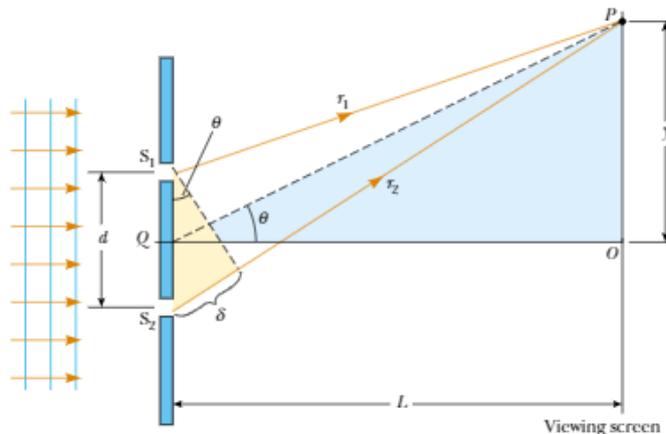
Peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep fisika yaitu bagaimana menerapkan pengetahuan dalam situasi baru dan kehidupan nyata pada topik mekanika, termodinamika, optika, dan elektromagnetik (Camarao & Nava, 2017). Salah satu topik yang dianggap sulit adalah optika terutama pada materi interferensi cahaya, peserta didik mengalami kesulitan dalam menafsirkan pola sebagai akibat dari pola interferensi cahaya celah ganda atau celah banyak, serta kecenderungan untuk dapat menentukan ide-ide dari optika dalam memvisualisasikan efek interferensi cahaya yang terjadi (Mc.Dermot, 2000).

Interferensi cahaya adalah penggabungan dua gelombang cahaya atau lebih yang koheren. Gelombang cahaya tersebut dikatakan koheren apabila memiliki amplitudo, frekuensi, dan beda fase yang tetap. Prinsip interferensi cahaya yaitu apabila dua gelombang cahaya merambat dalam arah yang sama dengan beda fase yang tetap terhadap waktu maka dapat terjadi keadaan sedemikian rupa sehingga energinya tidak didistribusikan secara merata, tetapi pada titik-titik tertentu dicapai harga maksimum dan pada titik-titik lain dicapai harga minimum (Halliday & Resnick, 2003). Interferensi cahaya dapat bersifat saling menguatkan (maksimum atau konstruktif) dan saling melemahkan (minimum atau deduktif). Interferensi cahaya bersifat konstruktif apabila beda fase kedua gelombang sama dan gelombang baru yang terbentuk adalah penjumlahan dari kedua gelombang tersebut sehingga akan terbentuk pola terang. Interferensi bersifat destruktif apabila beda fase kedua gelombang adalah 180° dan kedua gelombang tersebut saling melemahkan sehingga akan terbentuk pola gelap (Tipler & Mosca, 2007; Halliday *et al.*, 2007).

Young seorang ahli fisika melakukan percobaan dengan menggunakan satu sumber cahaya yang dilewatkan pada dua celah sempit (celah ganda) dan cahaya yang melewati kedua celah tersebut menjadi dua sumber cahaya baru dan terjadi interferensi yang menghasilkan pola terang dan gelap seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Interferensi Cahaya pada Celah Ganda (Serway & Jewett, 2004)



Gambar 2. Diagram Sinar Interferensi Celah Ganda (Serway & Jewett, 2004)

Berdasarkan pada Gambar 2, beda lintasan optik $\Delta S = d \sin \theta$. Jarak celah ke layar lebih besar dari jarak antar kedua celah ($L \gg d$) sehingga sudut θ sangat kecil dan nilai $\sin \theta \approx \tan \theta$, maka

$$\Delta S = d \sin \theta = d \frac{y}{L}$$

dengan y merupakan jarak terang ke- m dengan terang pusat.

Pada interferensi maksimum (pola terang), kedua gelombang memiliki beda fase yang sama (sefase) dan beda lintasan kedua gelombang sama dengan nol atau kelipatan bilangan bulat dari panjang gelombang (λ), maka

$$\Delta S = m\lambda; \quad m = 0,1,2,3, \dots$$

Bilangan m menunjukkan orde terang, $m = 0$ menunjukkan terang pusat, $m = 1$ menunjukkan terang ke-1 dan seterusnya sehingga interferensi maksimum dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$d \sin \theta = m\lambda$$

$$d \frac{y}{L} = m\lambda$$

dengan $m = 0,1,2,3, \dots$

Pada interferensi minimum (pola gelap), kedua gelombang memiliki beda fase sebesar 180° dan beda lintasan kedua gelombang merupakan kelipatan dari setengah panjang gelombang, maka

$$\Delta S = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda; \quad m = 1,2,3, \dots$$

Bilangan m menunjukkan orde gelap, $m = 1$ menunjukkan gelap ke-1 dan seterusnya. Mengingat $\sin \theta \approx \tan \theta$ sehingga interferensi minimum dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$d \sin \theta = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

$$d \frac{y}{L} = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

dengan $m = 1,2,3, \dots$

2.1.5 Pembelajaran Induktif

Pembelajaran sains secara tradisional diajarkan melalui pembelajaran deduktif, pendidik mengajarkan teori dan model matematika yang relevan kemudian beralih ke latihan buku teks dan motivasi yang dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi selain mendapatkan nilai yaitu materi tersebut akan menjadi penting di kemudian hari dalam kurikulum atau dalam karir mereka.

Prince & Felder (2006) mengungkapkan cara yang lebih baik untuk memotivasi peserta didik yaitu melalui pembelajaran induktif. Pembelajaran induktif adalah pembelajaran yang dimulai dengan memberikan tantangan spesifik kepada peserta didik seperti data eksperimen untuk diinterpretasi, studi kasus untuk dianalisis, atau masalah dunia nyata yang kompleks untuk dipecahkan. Melalui tantangan spesifik tersebut, peserta didik akan belajar secara aktif dan mandiri sehingga dapat mengenali kebutuhan akan fakta, keterampilan, dan pemahaman konseptual.

Berdasarkan analisis Prince & Felder (2007), pembelajaran induktif mencakup berbagai macam pembelajaran seperti *inquiry learning*, *problem-based learning*, *project-based learning*, *case-based teaching*, *discovery learning*, and *just-in-time teaching*. Pada pembelajaran berbasis masalah atau *problem-based learning*, peserta didik belajar secara berkelompok untuk menyelesaikan *ill-structured problem* dengan mendefinisikan masalah secara tepat, merumuskan dan mengevaluasi solusi alternatif, memilih solusi terbaik dan memberikan alasan, serta mengevaluasi pembelajaran yang diperoleh. Melalui pembelajaran berbasis masalah, peserta didik memperoleh lebih banyak pengetahuan dan cenderung mempertahankannya lebih lama dibandingkan pembelajaran konvensional (Dochy *et al.*, 2005).

Penelitian ini mengimplementasikan *e-LKPD* berbasis model pembelajaran *ExPReSSion*. Model pembelajaran *ExPReSSion* ini dikembangkan oleh Herlina (2020) berdasarkan pada IMSA PBL model yang dikembangkan oleh Torp & Sage (2002) serta mengintegrasikan langkah *problem solving* Polya (1957) dan Heller & Heller (1992) ke dalam IMSA PBL model.

2.1.6 Teori Belajar Konstruktivis Sosial

Teori belajar menjelaskan berbagai aspek dalam proses pembelajaran sehingga berperan penting dalam pengajaran yang efektif. Salah satu teori belajar yang diterapkan pada model pembelajaran *ExPRession* adalah teori belajar konstruktivis. Teori belajar konstruktivis yaitu teori belajar yang membangun konsep belajar berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (Lowenthal & Muth, 2008). Teori belajar konstruktivis berfokus pada proses pembelajaran yang aktif dalam membangun dan mengkonstruksi pengetahuan. Pembelajaran konstruktivis dapat mendorong siswa menggunakan pendekatan praktis untuk menciptakan lebih banyak pengetahuan, merefleksikan dan mengungkapkan apa yang telah dilakukan (Akpan *et al.*, 2020).

Teori belajar konstruktivis sosial adalah teori belajar yang membangun konsep pemikiran peserta didik melalui interaksi sosial dan pengetahuan ditingkatkan serta dikembangkan secara berkelompok (Santrock, 2009). Teori belajar konstruktivis sosial menjelaskan bahwa pengetahuan dibangun dalam komunitas praktik secara sosial melalui belajar dalam kelompok kecil (Newman, 2005). Teori belajar konstruktivis sosial menekankan pada pembelajaran kolaboratif atau bekerja sama dengan peserta didik yang lain di bawah bimbingan pendidik. Faktor yang mendasari teori ini adalah peserta didik bekerja dalam kelompok dengan berbagi ide dan bertukar pikiran untuk menemukan sebab akibat, jawaban atas masalah atau menambah pengetahuan.

Teori belajar konstruktivis sosial dapat digunakan oleh peneliti sebagai acuan dalam mengimplementasikan *e-LKPD* berbasis aktivitas model *ExPRession* dalam proses pembelajaran. Teori tersebut diterapkan dalam penelitian pada sintaks model

pembelajaran *ExPRession*. Tahap investigasi, peserta didik melakukan penyelidikan dan berdiskusi mengenai hasil temuan dengan sesama anggota kelompok hingga diperoleh solusi terbaik. Tahap evaluasi, setiap kelompok menyajikan hasil penyelidikan dan peserta didik pada kelompok lain memberikan tanggapan kepada kelompok penyaji.

2.1.7 Teori Belajar Bermakna

Pembelajaran yang dibutuhkan peserta didik pada saat ini adalah pembelajaran yang menarik dan tidak membosankan. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan peserta didik selama proses pembelajaran dapat mempermudah peserta didik memahami konsep yang dipelajari dan menyerap informasi. Proses menghubungkan informasi baru dengan konsep relevan yang terdapat pada struktur kognitif seseorang disebut pembelajaran bermakna (Herlina, 2020). Menurut Ausubel & Fitzgerald (1961), belajar dikatakan bermakna apabila informasi yang akan dipelajari disusun sesuai dengan struktur kognitif yang dimiliki peserta didik sehingga mampu menghubungkan informasi yang baru diperoleh ke dalam struktur kognitif yang telah dimiliki. Pada pembelajaran bermakna, proses konstruksi pengetahuan peserta didik diawali dengan pengamatan fenomena dan objek terhadap konsep-konsep yang sudah dimiliki dan harus berhubungan dengan struktur kognitif pembelajar.

Membangun pengetahuan secara mandiri dalam suatu pembelajaran dengan menghubungkan isu-isu baru terhadap pengalaman belajar masa lalu dan konsep-konsep yang sedang dipelajari disebut dengan membangun makna. Pembelajaran yang mengkondisikan peserta didik untuk membangun makna dengan mengimplementasikan pengetahuan melalui aktivitas membangun model mental dan proses penyelesaian masalah akan berdampak pada pembentukan peserta

didik yang kritis dan kreatif. Novak (2002; 2011) menyatakan bahwa pembelajaran yang dapat membangkitkan motivasi dalam diri peserta didik untuk mengintegrasikan pengetahuan baru ke dalam pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya akan sangat bermanfaat untuk peserta didik. Selain itu, pembelajaran yang dapat memandu atau membimbing peserta didik untuk melakukan beberapa aktivitas maka akan berdampak pada perolehan pemahaman yang lebih baik. Teori belajar bermakna dalam penelitian ini berkaitan dengan proses penggunaan alat percobaan dan *e-LKPD* dalam pembelajaran, dimana peserta didik untuk membangun makna berfokus pada aktivitas dalam menggunakan pengetahuan untuk membangun model mental dan proses menyelesaikan masalah yang terdapat di dalam *e-LKPD* tersebut.

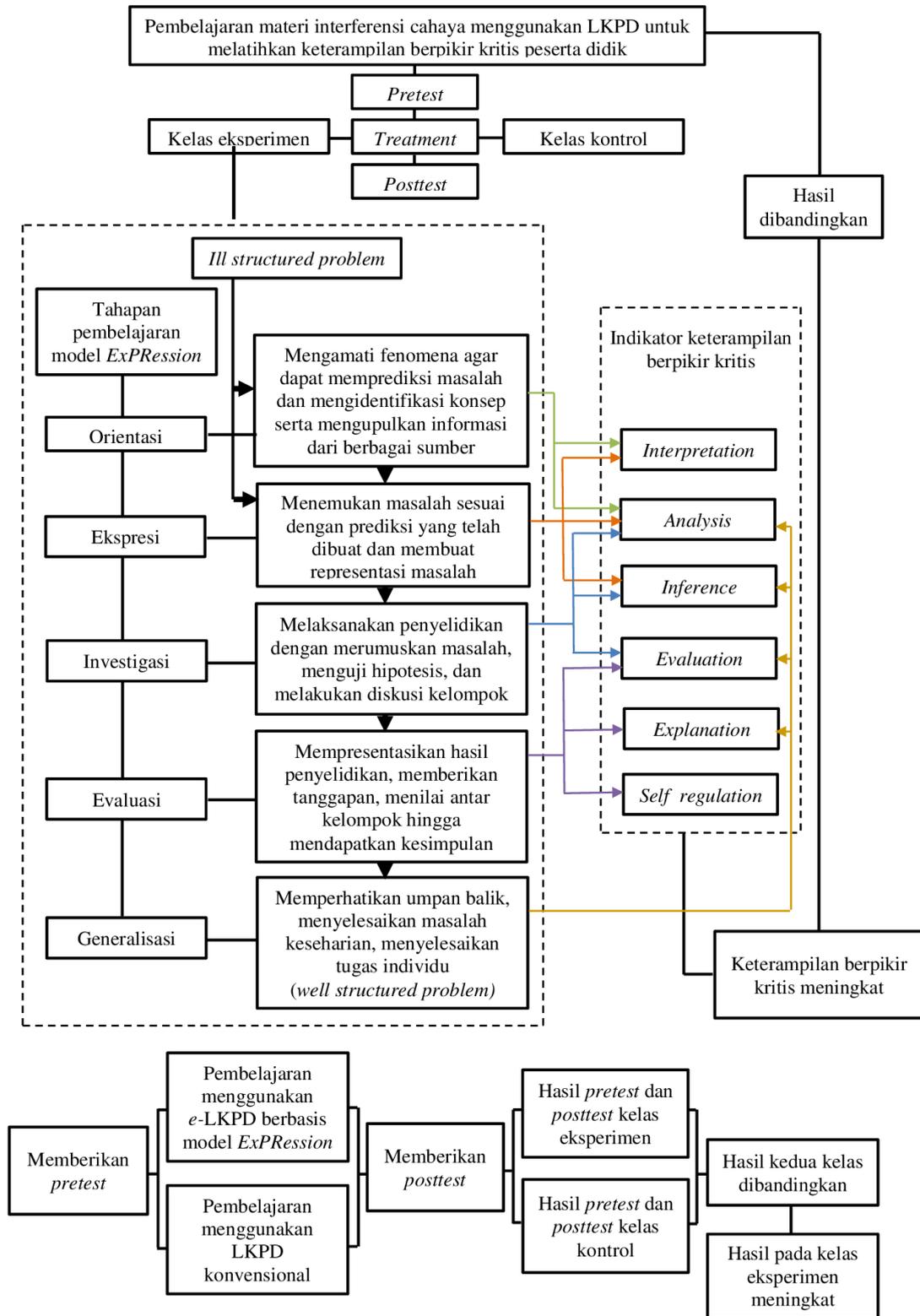
2.2 Kerangka Pemikiran

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang harus dimiliki oleh peserta didik dalam menghadapi pembelajaran abad ke-21. Keterampilan berpikir kritis dapat dilatih dengan pembelajaran fisika melalui fenomena kehidupan sehari-hari. Pada pembelajaran fisika materi interferensi cahaya, peserta didik masih kesulitan memahami konsep fisika yaitu bagaimana menerapkan pengetahuan dalam situasi baru dan kehidupan nyata sehingga keterampilan berpikir kritis peserta didik belum dapat dilatih secara maksimal. Menyajikan bahan ajar dalam proses pembelajaran dapat memudahkan peserta didik mempelajari materi yang belum dipahami. Salah satu bahan ajar yang dapat membantu peserta didik yaitu *e-LKPD*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajarn *ExpRession* yang telah dikembangkan oleh Fadilah (2023) untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini menggunakan dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas eksperimen dengan menerapkan *e-LKPD* berbasis aktivitas

model *ExPRession* dan kelas kontrol dengan menerapkan LKPD konvensional. *e*-LKPD yang digunakan pada kelas eksperimen diharapkan dapat berperan sebagai bahan ajar yang dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik bekerja secara aktif dan mandiri untuk melatih keterampilan berpikir kritis melalui aktivitas model *ExPRession*. Peserta didik dilatihkan untuk memiliki kemampuan menyelesaikan masalah yang melibatkan berbagai representasi yang bersifat *ill-structured problem*. Pelaksanaan model pembelajaran ini memungkinkan peserta didik untuk mengeksplor kembali pengetahuannya apabila dalam menyelesaikan masalah masih terdapat konsep yang belum dipahami.

Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini yaitu *interpretation, analysis, evaluation, inference, eksplanation, dan self regulation*. Pada awal pembelajaran, peserta didik diberikan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal peserta didik. Setelah diberikan perlakuan yang berbeda pada kedua kelas sampel, peserta didik diberikan *posttest* untuk ditinjau apakah keterampilan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan. Tahapan-tahapan dalam *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* meliputi lima sintaks yaitu orientasi, ekspresi, investigasi, evaluasi, dan generalisasi. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan secara berkelompok dengan ini dapat memunculkan interaksi dalam sebuah kelompok yang akan membuat peserta didik belajar dengan aktif. Setelah melalui seluruh tahapan pembelajaran tersebut, keterampilan berpikir kritis peserta didik akan terlihat. Berikut ini bagan yang menggambarkan kerangka pemikiran di atas.



Gambar 3. Diagram Kerangka Pemikiran

2.3 Anggapan Dasar

Anggapan dasar pada penelitian ini berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran adalah sebagai berikut.

1. Kemampuan awal peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dianggap sama.
2. Motivasi belajar fisika pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dianggap sama.

2.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran di atas, hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExP*ression dengan kelas yang menggunakan LKPD konvensional.

H_1 : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExP*ression dengan kelas yang menggunakan LKPD konvensional.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester ganjil Tahun Pelajaran 2023/2024 di SMA Negeri 1 Abung Semuli, Jalan Belibis Nomor 1 Semuli Jaya, Kecamatan Abung Semuli, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XII MIPA SMAN 1 Abung Semuli Tahun Pelajaran 2023/2024 yang terdiri dari 5 kelas. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelas XII MIPA 3 sebagai kelas eksperimen yang terdiri dari 32 peserta didik dan kelas XII MIPA 1 sebagai kelas kontrol yang terdiri dari 32 peserta didik. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pengambilan sampel berdasarkan perbandingan rata-rata hasil belajar peserta didik pada kelas XII MIPA.

3.3 Variabel Penelitian

Terdapat dua variabel dalam penelitian ini yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* dan variabel terikat dalam penelitian ini adalah keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest*.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen dengan menggunakan metode *quasi experimental*. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pretest-posttest control group design* dengan menggunakan satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan dengan menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExP*ression sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan menggunakan LKPD konvensional untuk ditinjau pengaruhnya terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Tabel 3. Desain Penelitian pada Kelas Eksperimen

O₁	X₁	O₂
Melakukan <i>pretest</i>	1. Orientasi. Menyampaikan tujuan pembelajaran, meminta peserta didik membuka <i>link e-LKPD</i> , memberikan motivasi (menampilkan fenomena, mengajukan pertanyaan, dan meminta peserta didik membuat prediksi sesuai dengan instruksi yang tertera pada <i>e-LKPD</i>), membimbing mengidentifikasi konsep dan mengumpulkan sumber informasi.	Melakukan <i>posttest</i>
Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan nilai <i>mean</i> pada <i>pretest</i> sebesar 35,63 dan tidak ada perbedaan dengan kemampuan awal peserta didik	2. Ekspresi. Membimbing peserta didik menemukan masalah sesuai prediksi, membimbing peserta didik merepresentasikan masalah dan membimbing peserta didik mengidentifikasi variable yang relevan sesuai dengan instruksi yang tertera pada <i>e-LKPD</i> .	Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan nilai <i>mean</i> pada <i>posttest</i> sebesar 79,30 dan memiliki keterampilan berpikir kritis lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.
	3. Investigasi. Membimbing peserta didik merumuskan masalah, menyusun hipotesis, dan menguji hipotesis secara berkelompok dengan melakukan percobaan menggunakan alat yang telah disediakan sesuai dengan panduan yang tertera pada <i>e-LKPD</i> .	
	4. Evaluasi. Meminta peserta didik mempresentasikan hasil temuan dan saling menanggapi hasil kerja antar kelompok.	

O_1	X_1	O_2
	5. Generalisasi. Memberikan umpan balik terhadap hasil temuan peserta didik, memberikan tindak lanjut pada peserta didik untuk menyelesaikan masalah keseharian, serta meberikan tugas individu.	

Tabel 4. Desain Penelitian pada Kelas Kontrol

O_3	X_2	O_4
Melakukan <i>pretest</i>	1. Orientasi. Pendidik membuka pembelajaran, menyampaikan tujuan pembelajaran, dan memberikan gambaran materi yang dipelajari.	Melakukan <i>posttest</i>
Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan nilai <i>mean</i> pada <i>pretest</i> sebesar 32,06 dan tidak ada perbedaan dengan kemampuan awal peserta didik	2. Membuat Hipotesis. Mengorganisir peserta didik untuk belajar, membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok dan tugasnya masing-masing, serta membimbing peserta didik membuat hipotesis. 3. Mengumpulkan Data. Membimbing peserta didik melakukan investigasi untuk membuktikan hipotesis. 4. Melakukan Diskusi. Membimbing peserta didik melakukan diskusi kelompok. 5. Menarik Kesimpulan. Membimbing peserta didik menarik kesimpulan, mengevaluasi permasalahan, memperkuat materi pembelajaran, dan memberikan tugas individu.	Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i> menunjukkan nilai <i>mean</i> pada <i>posttest</i> sebesar 62,34 dan memiliki keterampilan berpikir kritis lebih rendah dibandingkan dengan kelas eksperimen.

Keterangan:

O_1 : *Pretest* pada kelas eksperimen

O_2 : *Posttest* pada kelas eksperimen

O_3 : *Pretest* pada kelas kontrol

O_4 : *Posttest* pada kelas kontrol

X_1 : Perlakuan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession*

X_2 : Perlakuan pembelajaran menggunakan LKPD konvensional

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti mengajukan izin untuk melakukan penelitian di SMAN 1 Abung Semuli.
- b. Peneliti menentukan populasi dan sampel penelitian.
- c. Peneliti mengkaji teori yang relevan dengan judul penelitian yang dilakukan.
- d. Peneliti menyusun perangkat pembelajaran yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang telah dilakukan pada tahap pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
a. Peneliti memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan awal peserta didik.	a. Peneliti memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan awal peserta didik.
b. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan <i>e-LKPD</i> berbasis aktivitas model pembelajaran <i>ExPReSSion</i> .	b. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan LKPD Konvensional.
c. Peneliti memberikan <i>posttest</i> untuk mengetahui hasil setelah diberi perlakuan.	c. Peneliti memberikan <i>posttest</i> untuk mengetahui hasil setelah diberi perlakuan.

3. Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* serta instrumen pendukung penelitian lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes antara sebelum diberikan perlakuan dan setelah diberikan perlakuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data uji kepraktisan dan keefektifan, dilanjutkan dengan menyusun laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession*. Observasi dilakukan dari awal hingga akhir kegiatan pembelajaran dibantu oleh guru pengampu mata pelajaran fisika.

2. Lembar Observasi Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis

Lembar observasi aktivitas keterampilan berpikir kritis digunakan untuk mengetahui ketercapaian keterampilan berpikir kritis peserta didik selama pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession*. Lembar observasi ini dibuat berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan.

3. Lembar Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Lembar tes keterampilan berpikir kritis digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan setelah kegiatan

pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* dalam bentuk soal *essay* yang disusun sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

3.7.1 Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui valid atau tidaknya instrumen *pretest posttest* yang digunakan. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh Pearson sebagai berikut.

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

Keterangan:

- N : Jumlah responden
 $\sum X$: Jumlah skor per item
 $\sum Y$: Jumlah skor total
 $\sum X^2$: Jumlah kuadrat skor per item
 $\sum Y^2$: Jumlah kuadrat skor total
 $\sum XY$: Jumlah (skor per item x skor total)

Apabila nilai $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid. Apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid. Interpretasi koefisien hasil uji validitas butir soal dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Koefisien Validitas Instrumen

Interval Koefisien	Kategori
0,80-1,00	Sangat valid
0,60-0,79	Valid
0,40-0,59	Cukup valid
0,20-0,39	Kurang valid
0,00-0,19	Tidak valid

Sumber: (Arikunto, 2013)

Uji validitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan SPSS versi 25.0. Hasil uji validitas instrumen tes keterampilan berpikir kritis pada materi interferensi cahaya disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Soal

No. Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan
1	0,667	Valid
2	0,832	Sangat Valid
3	0,751	Valid
4	0,780	Valid

Kriteria hasil uji validitas dilihat berdasarkan nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} sebesar 0,338. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen keterampilan berpikir kritis pada materi interferensi cahaya diketahui bahwa nilai $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$ sehingga 4 butir soal tersebut dinyatakan valid.

3.7.2 Uji Reliabilitas

Instrumen dianggap reliabel apabila instrumen tersebut digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama akan menghasilkan data yang sama. Harga reliabilitas instrumen dapat dihitung dengan menggunakan rumus alpha sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \delta_1^2}{\delta_1^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} : Reliabilitas yang dicari

n : Jumlah item pertanyaan

δ_1^2 : Varians soal

$\sum \delta_1^2$: Jumlah varians skor tiap item

Tabel 8. Interpretasi Reliabilitas Instrumen

Interfal Koefisien	Kategori
0,80-1,00	Sangat valid
0,60-0,79	Valid
0,40-0,59	Cukup valid
0,20-0,39	Kurang valid
0,00-0,19	Tidak valid

Sumber: (Arikunto, 2013)

Uji reliabilitas dilakukan terhadap 32 responden dengan menggunakan model pengujian *Cronbach's Alpha* Berdasarkan hasil *reliability statistic* menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,735 yang berarti instrumen soal keterampilan berpikir kritis pada materi interferensi cahaya tersebut dinyatakan reliabel.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data kepraktisan pembelajaran berupa data hasil keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* dan data hasil aktivitas keterampilan berpikir kritis peserta didik menggunakan teknik observasi. Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data keefektifan berupa data hasil keterampilan berpikir kritis yaitu menggunakan teknik tes. Data tersebut diperoleh melalui pemberian *pretest* yang dilakukan sebelum kegiatan pembelajaran serta *posttest* setelah kegiatan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tes yang diberikan kepada peserta didik menggunakan soal tes yang sama. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir peserta didik sebelum dan setelah kegiatan pembelajaran. Berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* maka diperoleh persentase hasil keterampilan berpikir kritis. Penilaian tersebut menggunakan rumus:

$$\text{Persentase Hasil} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Persentase hasil keterampilan berpikir kritis yang diperoleh dapat dikonversikan dengan kriteria seperti yang terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria Persentase Hasil Keterampilan Berpikir Kritis

Persentase (%)	Kategori
0% - 20%	Tidak terlatih
21% - 40%	Kurang terlatih
41% - 60%	Cukup terlatih
61% - 80%	Terlatih
81% - 100%	Sangat terlatih

Sumber: (Arikunto, 2013)

3.9 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil kepraktisan dan keefektifan pembelajaran. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

3.9.1 Analisis Data Kepraktisan

1. Analisis Data Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Menerapkan Model *ExPReSSion*

Salah satu data hasil kepraktisan pembelajaran diperoleh melalui pengisian lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model *ExPReSSion*, kemudian data tersebut dianalisis menggunakan analisis persentase sebagai berikut.

$$\text{Keterlaksanaan} = \frac{\text{Jumlah aspek yang terlaksana}}{\text{Jumlah aspek yang diamati}} \times 100\%$$

Persentase keterlaksanaan pembelajaran yang diperoleh dapat dikonversikan dengan kriteria seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Persentase Penilaian Keterlaksanaan Pembelajaran

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

Sumber: (Arikunto, 2013)

2. Analisis Data Hasil Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis

Data hasil aktivitas keterampilan berpikir kritis peserta didik diperoleh melalui pengisian lembar observasi aktivitas keterampilan berpikir kritis selama kegiatan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD berbasis aktivitas model *ExPRession*, kemudian data tersebut dianalisis menggunakan analisis persentase sebagai berikut.

$$\% \text{ Skor} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Persentase aktivitas keterampilan berpikir kritis yang diperoleh dapat diinterpretasi seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Kriteria Persentase Penilaian Aktivitas Keterampilan Berpikir Kritis

Persentase (%)	Kategori
80% - 100%	Baik sekali
60% - 80%	Baik
40% - 60%	Cukup
20% - 40%	Kurang
< 20%	Sangat kurang

Sumber: (Arikunto, 2013)

3.9.2 Analisis Data Keefektifan

1. Uji *N-Gain*

Data hasil belajar peserta didik diperoleh berdasarkan data hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis peserta didik kemudian data tersebut dianalisis menggunakan *N-Gain* untuk mengetahui perbedaan *pretest* dan *posttest* peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* maka nilai *N-Gain* dapat dihitung menggunakan persamaan yang diadaptasi dari Meltzer sebagai berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai posttest} - \text{Nilai pretest}}{\text{Skor minimal ideal} - \text{Nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi nilai *N-Gain* terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kriteria Interpretasi *N-Gain*

<i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
$0,7 \leq 1,0$	Tinggi
$0,3 \leq 0,7$	Sedang
$N-Gain < 0,3$	Rendah

Sumber: (Meltzer, 2002)

2. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel berdistribusi secara normal atau tidak. Uji normalitas data pada penelitian ini dianalisis menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* pada *software* SPSS dengan ketentuan hipotesis pengujiannya sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Dasar pengambilan keputusan pada uji normalitas yaitu sebagai berikut.

- a. Apabila nilai *Asymp. Sig.* atau signifikan $> 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti dapat berdistribusi normal.
- b. Apabila nilai *Asymp. Sig.* atau signifikan $< 0,05$, maka H_0 ditolak yang berarti data tidak berdistribusi normal.

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel penelitian yang digunakan homogen atau tidak. Data yang homogen dilanjutkan dengan uji hipotesis *statistic parametric* dan data yang tidak homogen dilanjutkan dengan uji hipotesis *non-parametric*. Uji homogenitas dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan:

S_1^2 : Varians terbesar

S_2^2 : Varians terkecil

4. Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *Independent Sample T-Test* dilakukan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan sampel yang berdistribusi normal. Uji *Independent Sample T-Test* dilakukan untuk mengetahui terdapat perbedaan atau tidaknya antara kedua kelompok sampel sebelum dan setelah diberi perlakuan menggunakan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* pada kelas eksperimen dan *LKPD* konvensional pada kelas kontrol.

Hipotesis yang diujikan adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExP*ression dengan kelas yang menggunakan LKPD konvensional.

H_1 : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas yang menggunakan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExP*ression dengan kelas yang menggunakan LKPD konvensional.

Pengambilan keputusan berdasarkan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. H_0 ditolak apabila $\text{Sig.} < \alpha$ dan sebaliknya H_0 diterima apabila $\text{Sig.} \geq \alpha$.

5. *Effect Size*

Effect size digunakan untuk mengetahui besar pengaruh penggunaan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExP*ression terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh variabel satu terhadap variabel lainnya dalam penelitian. Untuk menghitung *effect size* digunakan rumus *effect size* menurut Cohen, *et al* (2007) sebagai berikut.

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\text{pooled}}}$$

Hasil perhitungan dapat diinterpretasikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Interpretasi Nilai *Cohen's*

Persentase (%)	Kategori
0,00-0,199	Sangat rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Tinggi
0,80-1,000	Sangat tinggi

Sumber: (Cohen *et al.*, 2007)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Kepraktisan penggunaan *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* efektif digunakan dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dilihat dari hasil uji kepraktisan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran *ExPRession* pada kelas eksperimen yang mencapai 89,50% dalam kategori terlaksana dengan sangat baik serta penilaian aktivitas keterampilan berpikir kritis peserta didik mencapai nilai 80,16% dalam kategori baik sekali.
2. *e*-LKPD berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* efektif digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dilihat dari hasil uji hipotesis yang menunjukkan adanya perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil penelitian ditemukan bahwa dengan menerapkan *e*-LKPD berbasis aktivitas model *ExPRession* lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang menerapkan LKPD konvensional. Hal ini dikarenakan pembelajaran secara nyata lebih memfokuskan peserta didik dalam menyelesaikan masalah dengan dibantu oleh berbagai sumber belajar dan penggunaan berbagai representasi, sehingga berdampak pada terlatihkannya keterampilan berpikir kritis peserta didik.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, maka peneliti mengajukan beberapa saran sebagai berikut.

1. Kepada guru di sekolah diharapkan dapat menerapkan *e-LKPD* berbasis aktivitas model pembelajaran *ExPRession* dalam proses pembelajaran fisika sebagai salah satu upaya untuk tercapainya tujuan pembelajaran fisika.
2. Kepada peneliti, diharapkan dapat mengadakan penelitian lebih lanjut tentang model pembelajaran *ExPRession* baik dalam bidang studi fisika maupun di bidang studi yang lainnya untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dalam rangka peningkatan mutu pendidikan secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustia, Z., Yennita, Y., Azizahwati, A., & Rahmad, M. (2019). The Development of Hands-on Activities Learning for Improving Student Critical Thinking Skills. *Proceedings of the UR International Conference on Educational Sciences* (pp. 501-509).
- Akpan, V. I., Igwe, U. A., Mpamah, I. B. I., & Okoro, C. O. (2020). Social Constructivism: Implications on Teaching and Learning. *British Journal of Education*, 8(8), 49-56.
- Al-Ghadouni, A. B. M. (2021). Critical thinking: Components, Skills, and Strategies. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*, 30(2), 1-6.
- Andriani, D., Herlina, K., & Wicaksono, B. A. (2020). Efektivitas Penerapan Suplemen Berbasis Kontekstual Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Paedagogia: Jurnal Kajian, Penelitian dan pengembangan Kependidikan* 1(1), 12-19.
- Ankeny, C. J., & Tresch, M. C. (2021). Creation and deployment of a virtual, inquiry-guided biomedical engineering laboratory course. *Biomedical Engineering Education*, 1(1), 67-71.
- Arief, M. F. M. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) pada Pembelajaran Mekanika Teknik dengan Pendekatan Kontekstual Untuk Siswa Kelas X TGB SMKN 2 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*. 1(1/JKPTB/15), 148-152.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Revisi Ke X*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, M. (2021). *Teori Belajar dan Peran Guru pada Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Ausubel, D. P., & Fitzgerald, D. (1961). Meaningful Learning and Retention: Intrapersonal Cognitive Variables. *American Educational Research Association*. 500-510.

- Awe, E. Y., & Ende, M. I. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Elektronik Bermuatan Multimedia untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Siswa pada Tema Daerah Tempat Tinggalku pada Siswa Kelas IV SDI Rutosoro di Kabupaten Ngada. *Jurnal DIDIKA: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(2), 48-61.
- Camarao, M. K. G., & Nava, F. J. G. (2017). High School Students' Difficulties in Physics. *In a Paper Presented at The National Conference on Research in Teacher Education (NCRTE), Quezon City, The Philippines*. <https://www.researchgate.net/publication/320980117>
- Cohen, L., Lawrence M., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education. In Ecology, Environment and Conservation (Sixth Edit)*. 270 Madison Avenue, New York: Routledge.
- Costu, B., Ünal, S., & Ayas, A. (2007). A Hands-on Activity to Promote Conceptual Change about Mixtures and Chemical Compounds. *Journal of Baltic Science Education*, 6(1), 35–46.
- Djamarah, S. B., & Zain, A. (2014). *Strategi Belajar Mengajar (Cet. 5)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of Problem-based Learning: A Meta-analysis. *Learning and instruction*, 13(5), 533-568.
- Evans, L., & Ellis, A. K. (2017). *Teaching, Learning, and Assessment Together: Reflective Assessments for Middle and High School English and Social Studies*. United Kingdom: Taylor & Francis Group.
- Facione, A.P. 2015. Critical Thinking: What Its Is and Why Its Counts. *Research Gate Publications*, 67(1160), 1-30.
- Fadilah, N., Herlina, K., Permadi, D., & Suana, W. (2023). Development of E-Worksheet Based on ExPRession Learning Models to Train Critical Thinking Skills. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 10(2).
- Flores, R., Koontz, E., Inan, F. A., & Alagic, M. (2015). Multiple Representation Instruction First Versus Traditional Algorithmic Instruction First: Impact in Middle School Mathematics Classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 89(2), 267–281.
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. *Sustainability*, 14(3), 1493.
- Hake, R. R. (2002). Interactive Engangment Methods Introductory Mechanic Course. *Journal of Physicsc Education Research*, 66.

- Halliday, D. & Resnick, R. (2003). *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2007). *Fundamentals of Physics, Extended Edition*. Hoboken: Wiley.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Psychology Press.
- Haryanti, S. S., Herlina, K., & Abdurrahman, A. (2023). The Learning Program Validity of Using The ExPRession Model to Stimulate Student's System Thinking and Numeracy Skills. *Momentum: Physics Educational Journal*, 7(1), 164-177.
- Hayudiyani., Muchamad, A., & Medika, R. (2017). Identifikasi keterampilan berpikir kritis siswa kelas X TKJ ditinjau dari keterampilan awal dan jenis kelamin siswa di SMKN 1 Kamal. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 4(1), 20-27.
- Herlina, K. (2020). *Model Pembelajaran ExPRession untuk Membangun Model Mental dan Kemampuan Problem Solving*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2).
- Illingworth, S., Burke, K., & Butler, A. (2012). Investigations of socio-biological literacy of science and non-science students. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 20(2), 55-67.
- Indira, T., Somakim., & Ely, S. (2017). Keterampilan berpikir kritis siswa SMP melalui pendekatan pendidikan matematika realistik. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 61-75.
- Ismayanti, I., Arsyad, M., & Marisda, D. H. (2020). Penerapan Strategi Refleksi Pada Akhir Pembelajaran Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Fluida. *Karst: Jurnal Pendidikan Dan Terapannya*, 3(1), 27-31.
- Johnson, A. P. (2010). *Thinking Skills*. Mankato: Minnesota State University.
- Kartono, K. (2010). Hands-on Activity pada Pembelajaran Geometri Sekolah sebagai Asesmen Kinerja Siswa. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 1(1), 21-32.
- Lange, K. (2011). *Scientific Explanations: Peer Feedback or Teacher Feedback*. Arizona State University.

- Lee, C. D. (2014). Worksheet Usage, Reading Achievement, Classes' Lack of Readiness, and Science Achievement: A Cross-Country Comparison. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(2), 96-106.
- Lowenthal, P., & Muth, R. (2008). Constructivism. *Encyclopedia of the social and cultural foundations of education*, 46, 177-179.
- McDermott, L. C. (2000). Bridging The Gap Between Teaching and Learning: The Role of Physics Education Research in The Preparation of Teachers and Majors. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), 157-170.
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible "Hidden Variable" in Diagnostic Pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259-1268.
- Miele, D. B., & Wigfield, A. (2014). Quantitative And Qualitative Relations Between Motivation And Critical-Analytic Thinking. *Educational Psychology Review*, 26(4), 519-541.
- Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An Introduction and Overview of The Key Features of The Approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12-20.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Novak, J. D. (2011). A Theory of Education: Meaningful Learning Underlies The Constructive Integration of Thinking, Feeling, and Acting Leading to Empowerment for Commitment and Responsibility. *Meaningful Learning Review*, 1(2), 1-14.
- Nurdin. (2016). *Model Pembelajaran Matematika yang Menumbuhkan Kemampuan Metakognitif untuk Menguasai Bahan Ajar*. Surabaya: UNESA.
- Pareken, M., Patandean, A. J., dan Palloan, P. (2015). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 2 Rantepao Kabupaten Toraja Utara. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 11(03), 214-221.
- Pratiwi, F. A. I., Herlina, K., Viyanti, & Andra, D. (2023). Validation of ExPRession Learning Model-based E-Worksheet Assited with Heyzine to Construct Computanional Thiking Skill. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 120-127.

- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal Of Engineering Education*, 95(2), 123-138.
- Prince, M., & Felder, R. (2007). The Many Faces of Inductive Teaching And Learning. *Journal of College Science Teaching*, 36(5), 14.
- Sa'adah, S., Sudargo, F., & Hidayatullah, T. (2017). Penguasaan Konsep Mahasiswa Pada Mata Kuliah Zoologi Vertebrata Melalui Team-Bassec Learning Dan Hubungannya Dengan Keterampilan Berpikir Kritis. *Ed* 9(1), 90–99.
- Samadun, S., & Dwikoranto, D. (2022). Improvement of Student's Critical Thinking Ability in Physics Materials Through The Application of Problem-Based Learning. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 3(5), 534-545.
- Santrock, J. W. (2009). *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Salemba Humanika.
- Schoevers, E. M., Leseman, P. P. M., & Kroesbergen, E. H. (2020). The Importance of Visualisation in Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 1613–1634.
- Selviana, V., As'ari, A. R., & Muksar, M. (2016). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK dalam Menyelesaikan Masalah Kombinatorika dan Peluang. In *Seminar PPG-3T UM, July* (pp. 529-535).
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*. Amerika Serikat: Thomson-Brooks/Cole.
- Setyowati, R. N., Sari, M. M. K., & Habibah, S. M. (2018). Improving Critical Thinking Skills of Students Through The Development of Teaching Materials. In *1st International Conference on Social Sciences (ICSS 2018)* (pp. 240-245). Atlantis Press.
- Slavin, R. E. (2010). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. United Kingdom: Allyn and Bacon.
- Sujanem, R., Suwindra, I. N. P., & Suswandi, I. (2022). Efektivitas E-Modul Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi Phet dalam Ujicoba Terbatas untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 12(2), 181-191.
- Sulistina, O., Puspitasari, H., & Sukarianingsih, D. (2021). Analysis students' scientific explanation skills using explanation driven inquiry learning on acid-base topic. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 6(1), 75-81.

- Susilawati, E., Agustinasari, A. , Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis tingkat keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 11-16.
- Tipler, P. A. & Mosca, G. 2007. *Physics for Scientists and Engineers. A Strategic Approach*. New York: W. H. Freeman.
- Vermirovsky, J. (2013). Important Of Visualization in Education. *Smantic Scholar*, 2(1), 453-463.
- Wartono, W., Hudha, M. N., & Batlolona, J. R. (2017). How are The Physics Critical Thinking Skills of The Students Taught by Using Inquiry-Discovery Through Empirical and Theoretical Overview?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(2), 691-697.
- Wiyanto, W., and Hidayah, I. (2021). Review of a Scientific Creativity Test Of The Tree-Dimensional Model. *Journal Of Physics: Conference Series*.
- Woolfolk, A., & Hoy, A. W. (2019). *Educational Psychology: Active Learning Edition*. Britania Raya: Pearson.
- Živković, S. (2016). A Model of Critical Thinking as an Important Attribute for Success in The 21st Century. *Procedia-social And Behavioral Sciences*, 232, 102-108.