

**IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN
PROBLEM BASED LEARNING DENGAN PENDEKATAN
STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK
PADA MATERI GELOMBANG BUNYI**

(Skripsi)

Oleh

**ELIN MELINDA
1813022027**



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

ABSTRAK

IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* DENGAN PENDEKATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Oleh
ELIN MELINDA

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan mengimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini dilaksanakan di SMA N 15 Bandar Lampung menggunakan penelitian eksperimen dengan *non-equivalent control group*. Data penelitian dikumpulkan melalui soal tes pada materi gelombang bunyi. Data keterampilan berpikir kritis dianalisis dengan uji *N-gain*, uji normalitas, uji homogenitas, uji *paired sample T-test*, uji *independent sample T-Test*, dan uji *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *N-Gain* keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 0,63 dan kelas kontrol sebesar 0,35 termasuk kategori sedang. Hasil uji *paired sample T-test* diperoleh nilai *Sig.(2-tailed)* sebesar 0,000 hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil uji *independent sample T-Test* diperoleh nilai *Sig.(2-tailed)* sebesar 0,000 hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji *effect size* menunjukkan nilai sebesar 0,99 dengan kategori besar. Berdasarkan hasil tersebut model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan.

Kata Kunci : Keterampilan Berpikir Kritis, Model *Problem Based Learning*, Pendekatan STEM, Materi Gelombang Bunyi

**IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN
PROBLEM BASED LEARNING DENGAN PENDEKATAN
STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK
PADA MATERI GELOMBANG BUNYI**

Oleh

ELIN MELINDA

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**



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

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN
PROBLEM BASED LEARNING DENGAN
PENDEKATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA
DIDIK PADA MATERI GELOMBANG BUNYI**

Nama Mahasiswa : **Elin Melinda**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1813022027**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. I Wayan Distrik, M.Si.
NIP 19631215 199102 1 001

Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.
NIP 19600315 198703 1 003

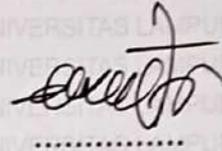
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

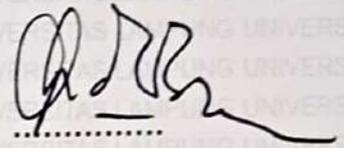
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

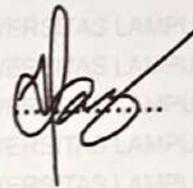
Ketua : **Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.**



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



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **07 Desember 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Elin Melinda
NPM : 1813022027
Fakultas / Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Gg. Lebak Jami, Sindang Sari RT 003 / RW 005,
Baktirasa, Kec. Sragi, Lampung Selatan, Lampung

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

Bandar Lampung, 07 Desember 2023



Elin Melinda
1813022027

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Baktirasa Palas, pada tanggal 06 Mei 2000, sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Suparman dan Ibu Maryati. Penulis mengawali pendidikan formal di SDN 2 Baktirasa pada tahun 2006-2012, melanjutkan di SMP Negeri 2 Sragi dan lulus pada tahun 2015. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Kalianda hingga tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, penulis pernah menjadi anggota bidang KASTRAT BEM FKIP UNILA, anggota bidang kerohanian Himasakta, anggota bidang pendidikan Almafika, serta masih banyak lagi kegiatan penulis yang tergabung dalam kepanitiaan. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) pada tahun 2021 di MAN 1 Bumi Restu, Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan, Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu pasti ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 6)

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya”

(Q.S. Yasin: 40)

“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”

(Ali bin Abi Thalib)

“Seperti pengorbanan hujan: bukan tentang berapa kali ia jatuh, tapi tentang berapa banyak kehidupan yang akan tumbuh”

(Zhafir Akalanka)

“Ikhlas memang tak mudah, tapi cobalah dengan perlahan. Kelak akan terasa bagaimana Allah mempermudah langkah kakimu”

(Elin Melinda)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, shalawat beriring salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Dengan segenap kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya tulis sederhana ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Orang tua penulis tersayang Bapak Suparman dan Ibu Maryati yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, dan mengasahi dengan sabar. Terima kasih telah senantiasa mendoakan, menyayangi dan memberikan dukungan dengan penuh ketulusan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis, untuk selalu bisa membahagiakan serta membanggakan kalian di dunia dan akhirat.
2. Seluruh keluarga besar penulis yang telah senantiasa memberikan do'a dan segala bentuk motivasi serta perhatian yang luar biasa.
3. Para pendidik yang senantiasa memberikan pelajaran dan pendidikan terbaik dalam membimbing penulis.
4. Sahabat-sahabat terbaik penulis, yang selalu mendengarkan cerita suka dan duka, setia menemani dan menyemangati dengan segala kekurangan yang penulis miliki.
5. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

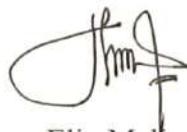
Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM. 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 Dr. I Wayan Distrik, M.Si. selaku Pembimbing I atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasan dalam memberikan kritik dan saran yang positif, motivasi dan bimbingan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd. selaku Pembimbing II atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasan dalam memberikan kritik dan saran yang positif, motivasi dan bimbingan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
7. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si. selaku pembahas yang banyak memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun untuk perbaikan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu dosen serta staf Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung.

9. Ibu Maria Habiba, S.Pd., M.Pd. selaku Kepala Sekolah SMAN 15 Bandar Lampung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
 10. Ibu Dra. Sri Kartiningsih selaku guru mata pelajaran Fisika SMAN 15 Bandar Lampung dan adik-adik XI MIPA 1 dan MIPA 2 yang telah membantu penulis selama penelitian berlangsung.
 11. Sahabat seperjuanganku (Fitri Diyani, Dika Almunawaroh, Titis Lisani Walqolbu, Qonita Puja Kesuma, Dwi Herliani, Dara Arka Fidela, Melania Febriani, Pina Andriyani, dan Melania Sandri Ayuni) yang selalu mensupport dan turut kebersamai selama perkuliahan hingga sampai ke tahap akhir pengerjaan skripsi.
 12. Diri sendiri yang sudah bertahan untuk tetap hidup, sudah berusaha dan semangat dalam menyelesaikan skripsi sampai selesai.
 13. Seluruh teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika 2018
 14. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.
- Alhamdulillahirabbil'alamin skripsi ini telah selesai, semoga semua amal dan bantuan yang telah diberikan dapat dijadikan amal sholeh serta mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 07 Desember 2023



Elin Melinda

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
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	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kerangka Teoretis.....	6
2.1.1 Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	6
2.1.2 Pendekatan STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	10
2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis	18
2.1.4 Pemetaan Materi yang Terintegrasi KD 3.10	21
2.1.5 Hasil Penelitian yang Relevan	22
2.2 Kerangka Pemikiran	24
2.3 Anggapan Dasar	27
2.4 Hipotesis	27
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Pelaksanaan Penelitian	28
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.3 Variabel Penelitian	28
3.4 Desain Penelitian	29
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	29
3.6 Instrumen Penelitian	30
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	31
3.7.1 Uji Validitas.....	31
3.7.2 Uji Reliabilitas	32
3.8 Teknik Pengumpulan Data	32

3.9	Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	33
3.9.1	Analisis Data.....	33
3.9.2	Pengujian Hipotesis	33
IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil Penelitian.....	37
4.1.1	Pelaksanaan Penelitian.....	37
4.1.2	Hasil Uji Instrumen Penelitian.....	49
4.1.3	Data Kuantitatif Hasil Penelitian	51
4.1.4	<i>N-gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik	52
4.1.5	Hasil Uji Normalitas Skor <i>N-gain</i>	53
4.1.6	Hasil Uji Homogenitas	54
4.1.7	Hasil Uji <i>Paired Sample T-test Pretest-Posttest</i> Kelas Eksperimen	55
4.1.8	Hasil Uji <i>Independent Sample T-test N-gain</i>	55
4.1.9	Perhitungan <i>Effect Size</i>	56
4.2	Pembahasan	57
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran	69
	DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aktivitas Peserta Didik pada Sintaks Model Pembelajaran Problem Based Learning.....	9
2. Pemetaan Model Problem Based Learning dengan Pendekatan STEM	15
3. Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	20
4. Pemetaan Materi KD 3.10.....	21
5. Penelitian yang Relevan.....	23
6. Non-equivalent Control Group Design	29
7. Koefisien Validitas.....	31
8. Nilai Alpha Cronbach's.....	32
9. Klasifikasi N-gain	33
10. Interpretasi Effect Size.....	36
11. Hasil Uji Validitas Soal Keterampilan Berpikir Kritis	50
12. Hasil Uji Reliabilitas Soal Keterampilan Berpikir Kritis.....	51
13. Data Rata-Rata Hasil Pretest dan posttest Peserta Didik	51
14. Data Rata-rata N-gain Keterampilan Berpikir Kritis	52
15. Hasil Uji Normalitas Data N-gain.....	54
16. Hasil Uji Homogenitas N-gain.....	54
17. Hasil Uji Paired Sample T-test.....	55
18. Hasil Uji Independent Sample T-test	56
19. Hasil Uji Effect Size.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. SONAR Mendeteksi Kapal Laut.....	21
2. Klakson pada mobil.....	22
3. Diagram Kerangka Pemikiran.....	26
4. Rancangan Pelaksanaan Penelitian	30
5. Kategori N-gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	53
6. Grafik Capaian Rata-rata Aspek Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen Berdasarkan Hasil Pretest Dan Posttest	60
7. Grafik Capaian Rata-rata Aspek Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol Berdasarkan Hasil Pretest dan Posttest	60
8. SONAR sebagai Teknologi dari Gelombang Bunyi	65
9. Klakson sebagai Rekayasa dari Gelombang Bunyi	66
10. Perambatan Gelombang Bunyi terhadap Besarnya Frekuensi	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan pada era abad ke-21 memerlukan penguasaan beragam keterampilan oleh peserta didik, sehingga diharapkan sistem pendidikan dapat mempersiapkan mereka untuk menguasai berbagai keterampilan yang diperlukan (Permana dkk., 2021). Meningkatkan keterampilan melalui bidang pendidikan mampu menjamin peserta didik memiliki kompetensi yang dibutuhkan dalam menghadapi era globalisasi (Mardhiyah dkk., 2021). Keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi era globalisasi ini biasa disingkat dengan 4C yaitu *Critical Thinking and problem solving skills, collaboration skills, communications skills, creativity and innovations skills* (Solikha & Fitriyati, 2021). Salah satu dari 4C tersebut yang harus dikuasai peserta didik yaitu *Critical Thinking skills* atau keterampilan berpikir kritis (Ariyatun & Octavianelis, 2020).

Keterampilan berpikir kritis melatih peserta didik untuk berpikir secara rasional, logis serta sistematis dalam memecahkan suatu permasalahan yang ditemukan (Johnson, 2006). Lebih lanjut, Nasution dkk., (2016) menambahkan bahwa dengan keterampilan berpikir kritis, peserta didik dapat mempertimbangkan pendapat orang lain serta mampu mengungkapkan pendapatnya sendiri. Seseorang yang memiliki keterampilan berpikir kritis dapat memanfaatkan ide atau informasi, dan mencari informasi tambahan yang relevan sebagai bahan evaluasi lalu memodifikasi untuk menghasilkan ide yang baik (Hidayah dkk., 2017). Oleh karena itu, keterampilan berpikir

kritis merupakan keterampilan yang sangat penting untuk menunjang keberhasilan dalam pembelajaran karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bisa belajar dari penemuannya sendiri (Cahyono, 2017). Akan tetapi, keterampilan berpikir kritis yang rendah pada peserta didik berdampak pada kurangnya ketertarikan peserta didik dalam membuktikan suatu prinsip maupun konsep, melakukan penyelidikan, dan penggeneralisasian (Suratno & Kurniati, 2017).

Rendahnya keterampilan berpikir kritis pada peserta didik menurut Susilawati dkk., (2020) terjadi di SMAN 1 Woha Nusa Tenggara Barat khususnya pada materi Usaha dan Energi berada pada persentase 64% dengan kategori rendah, ini terjadi karena pembelajaran fisika di sekolah tersebut hanya menggunakan pembelajaran langsung dengan model ceramah. Serupa dengan hal tersebut, Nurjanah dkk., (2022) juga menyebutkan penguasaan keterampilan berpikir kritis peserta didik di SMA Negeri 3 Pontianak khususnya pada materi Fluida Dinamis masih tergolong rendah disebabkan oleh penerapan pembelajaran yang sifatnya kurang efektif, serta peserta didik yang tidak terbiasa memaksimalkan potensi berpikirnya melalui pembelajaran aktif. Kemudian, Yuliawati., dkk (2022) menegaskan bahwa rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah fisika terjadi karena beberapa faktor dengan salah satunya yaitu kurangnya keyakinan peserta didik terhadap kemampuannya sendiri dalam mengerjakan soal, sehingga mereka masih mengandalkan bantuan teman, dan kebiasaan belajar peserta didik yang cenderung pasif, sehingga mereka menganggap penjelasan pendidik sudah mencukupi, serta sistem pembelajaran yang digunakan oleh pendidik yang belum bervariasi sehingga, peserta didik belum dapat memahami materi secara lebih mendalam.

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan peneliti dengan guru mata pelajaran fisika di SMA N 15 Bandar Lampung menjelaskan bahwa belum terlaksananya pembelajaran yang berfokus pada peserta didik

dimana pendidik lebih aktif sedangkan peserta didik hanya pasif mendengarkan materi yang dijelaskan. Peserta didik dan pendidik juga hanya sesekali melakukan tanya jawab mengenai materi yang diajarkan. Adapun proses yang dilakukan adalah pemberian soal latihan yang kemudian jawabannya akan dinilai oleh pendidik dan hal tersebut kurang melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, pendidik cenderung mengajarkan agar peserta didik dapat menguasai banyak materi tanpa pendalaman di tiap materi, sehingga saat pembelajaran di kelas sering kali terdapat masalah yang muncul salah satunya adalah tidak tercapainya tujuan dari pembelajaran yang dilaksanakan akibat dari lemahnya proses pembelajaran. Oleh karena itu, dalam suatu pembelajaran diperlukan model dan pendekatan yang memungkinkan terciptanya interaksi yang menyenangkan antara pendidik dan peserta didik, sehingga pembelajaran menjadi tidak membosankan (Zulfa dkk., 2022)

Model *problem based learning* merupakan pembelajaran yang didasarkan pada permasalahan yang ada dalam kehidupan nyata dan kehidupan sehari-hari sehingga, diharapkan dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Wulansari & Madlazim, 2019). Model pembelajaran *problem based learning* didasarkan pada permasalahan dalam kehidupan nyata agar peserta didik dapat berpikir kritis dan memiliki keterampilan pemecahan masalah untuk memperoleh pengetahuan dan konsep esensial dari materi pelajaran (Maryati, 2018). Selain itu, penelitian yang telah dilakukan oleh Igut dkk., (2019) diketahui model *problem based learning* pada materi suhu dan kalor terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena itu, model pembelajaran berbasis masalah ini dapat diterapkan dengan salah satu pendekatan pembelajaran yaitu STEM guna melihat keterampilan berpikir kritis peserta didik (Permana dkk., 2021)

STEM merupakan proses pembelajaran yang menggabungkan *science, technology, engineering, and mathematics* (Agnezi dkk., 2019). Pembelajaran

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menggunakan pendekatan interdisipliner dengan pembelajaran aktif berbasis masalah (Kelley & Knowles, 2016). Maka dari itu, pengembangan pembelajaran berbasis STEM dapat terjadi dengan mengintegrasikan konteks lingkungan, sehingga menciptakan pengalaman pembelajaran yang mencerminkan situasi dunia nyata yang dialami oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-hari (Ali & Soomro., 2023). Selain itu, Permana dkk., (2021) juga menyebutkan bahwa tujuan dari proses pembelajaran dengan pendekatan STEM yaitu untuk meningkatkan kemampuan kreatif peserta didik melalui proses pemecahan masalah terkait materi dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dapat membantu pendidik dan peserta didik untuk memecahkan masalah dalam pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Khoiriyah dkk., (2018) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang menerapkan pendekatan STEM dapat secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, model *problem based learning* dengan pendekatan STEM menjadi salah satu alternatif solusi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi, sehingga telah dilakukan penelitian dengan judul “Implementasi model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan mengimplementasi model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan mengimplementasi model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai masukan bagi pendidik dalam melakukan kegiatan pembelajaran di kelas dengan mengimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM serta mampu melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam mengkombinasikan antara sains, teknologi, teknik, dan matematik pada proses pembelajaran.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menurut Arends (2014) dengan sintak, yaitu: *Orient students to the problem, organize students for study, assist independents and group investigation, develop and present artifacts and exhibits, serta analyze and evaluate the problem-solving process.*
2. Pendekatan STEM mengacu pada *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* terpadu (terintegrasi).
3. Keterampilan berpikir kritis peserta didik pada penelitian ini diukur menggunakan instrumen test yang diadaptasi dari Ennis (2011) dengan aspek, yaitu: memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), memberikan penjelasan lanjut (*advance clarification*), serta strategi dan taktik (*strategies and tactics*).
4. Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelombang bunyi mengacu pada kurikulum 2013 revisi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoretis

2.1.1 Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Problem based learning merupakan model pembelajaran yang berfokus pada peserta didik dengan mengarahkan peserta didik untuk belajar mandiri dan terlibat langsung secara aktif dalam pembelajaran berkelompok (Septiani, dkk. 2020). Hal tersebut sependapat dengan Rusman (2014) mengungkapkan bahwa *problem based learning* merupakan sebuah terobosan dalam dunia pendidikan karena dalam pendekatannya, keterampilan berpikir siswa dioptimalkan melalui proses kerja kelompok atau tim yang terstruktur, sehingga hal ini memungkinkan siswa untuk memberdayakan, mengasah, menguji, dan mengembangkan keterampilan berpikir mereka secara berkesinambungan. Selain itu, Arends (2014) juga menambahkan bahwa *problem based learning* merupakan suatu model pembelajaran dimana peserta didik dihadapkan pada masalah yang autentik atau nyata, dengan harapan bahwa mereka dapat membangun pengetahuan sendiri, mengembangkan keterampilan tingkat tinggi dan keterampilan inkuiri, menjadi mandiri, serta meningkatkan rasa percaya diri.

Pendapat lain terkait model *problem based learning* juga disampaikan oleh Slameto (2011) bahwa model *problem based learning* dapat membentuk dan memajukan peserta didik supaya mempunyai keahlian dalam menyelesaikan suatu permasalahan dalam kegiatan belajar serta

mampu mendorong peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir agar dapat berpikir lebih kritis. Menurut Suprihatiningrum (2014) pada pembelajaran *problem based learning* peserta didik dihadapkan pada suatu masalah, kemudian diikuti oleh proses pencarian informasi yang bersifat *student centered*. Oleh karena itu, penerapan model *problem based learning* merupakan salah satu alternatif yang tepat dalam melibatkan seluruh siswa berperan aktif dalam pembelajaran dan mengembangkan keterampilan berpikir, karena semua pembelajaran di dalamnya dikaitkan dengan permasalahan sehari-hari (Eismawati dkk, 2019).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa *Problem-based learning* menekankan lebih pada kemampuan peserta didik dalam membangun pengetahuan sendiri, di mana peserta didik menjadi fokus utama dalam kelas (*student-centered*), sehingga dapat membantu mereka meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Model ini bersifat konstruktif dalam pembentukan pengetahuan, sehingga peserta didik tidak mendapatkan informasi secara langsung, tetapi harus aktif berpartisipasi dengan orientasi, pemecahan masalah, evaluasi, dan pengambilan keputusan terhadap masalah yang dihadapi.

Karakteristik model *problem based learning* yang membedakan dengan model pembelajaran yang lain menurut Hosnan (2014) yaitu, sebagai berikut: a) Pengajuan masalah atau pertanyaan; b) Pengaturan pembelajaran berkisar pada masalah atau pertanyaan yang penting bagi peserta didik; c) Masalah yang diajukan harus memenuhi kriteria autentik, jelas, mudah dipahami, luas dan bermanfaat; d) Keterkaitan dengan berbagai masalah disiplin ilmu; e) Masalah yang diajukan dalam pembelajaran hendaknya mengaitkan atau melibatkan berbagai disiplin ilmu; f) Penyelidikan yang diperlukan dalam pembelajaran *problem based learning* bersifat autentik dalam mencari penyelesaian masalah yang bersifat nyata.

Selain itu, Rusman (2010) juga menambahkan terkait karakteristik *problem based learning* yaitu: a) Penggunaan permasalahan sebagai titik awal dalam pembelajaran; b) Permasalahan yang diangkat bersifat nyata dan tidak terstruktur dalam kehidupan sehari-hari; c) Permasalahan memerlukan perspektif ganda atau *multiple perspective*; d) Permasalahan menantang pengetahuan, sikap, dan kompetensi siswa, yang kemudian mengidentifikasi kebutuhan belajar dan bidang baru dalam pembelajaran; e) Belajar berpusat pada pengarahannya sebagai hal yang utama; f) Pemanfaatan berbagai sumber pengetahuan, penggunaannya, dan evaluasi sumber informasi menjadi proses esensial dalam *problem based learning*; g) Pembelajaran melibatkan kolaborasi, komunikasi, dan kerjasama; h) Pengembangan keterampilan *inquiry* dan pemecahan masalah dianggap sejajar dengan penguasaan isi pengetahuan untuk menemukan solusi terhadap suatu permasalahan; i) Sintesis dan integrasi merupakan bagian integral dari proses pembelajaran; j) *Problem based learning* melibatkan evaluasi dan *review* pengalaman siswa serta proses pembelajaran.

Berdasarkan pendapat terkait karakteristik dari *problem based learning* di atas dapat disimpulkan bahwa karakteristiknya yaitu permasalahan menjadi poin pertama dalam pembelajaran dengan melibatkan berbagai disiplin ilmu, penyelidikannya bersifat autentik, selain itu permasalahan tersebut mampu menantang pengetahuan, sikap, dan kompetensi yang dimiliki peserta didik sebagai bentuk pengarahannya dalam belajar.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan model *problem based learning* menurut Birgili (2015) adalah sebagai berikut:

- a) Menyusun dan memanfaatkan masalah yang ada di dunia nyata agar siswa dapat memahami pencapaian pembelajaran.

- b) Mengaktifkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah secara proaktif.
- c) Mengubah pola pikir peserta didik dan mengembangkan keterampilan mereka melalui pembelajaran kelompok.
- d) Bertindak sebagai fasilitator dalam proses penyelidikan informasi.

Adapun tahapan – tahapan *problem based learning* menurut Rusmono (2012) sebagai berikut: a) Peserta didik diarahkan menuju masalah dengan pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran, menjelaskan kebutuhan logistik yang penting, dan memotivasi mereka untuk terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah. b) Pendidik membantu peserta didik dalam mengorganisir kegiatan belajar dengan membantu mereka menentukan dan mengatur tugas-tugas belajar yang terkait dengan masalah. c) Pendidik mendukung penyelidikan mandiri dan kelompok, mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi relevan, melakukan eksperimen, mencari penjelasan, dan solusi. d) Pendidik membimbing peserta didik dalam pengembangan dan presentasi hasil karya, seperti merencanakan dan menyiapkan hasil karya berupa laporan, rekaman video, dan model, serta membantu mereka berbagi hasil karya mereka. e) Pendidik membimbing peserta didik dalam menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, untuk merenungkan penyidikan dan proses yang mereka gunakan.

Sintak model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini, mengacu pada Arends (2014). Adapun aktivitas peserta didik yang utama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas Peserta Didik pada Sintaks Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

Sintaks	Aktivitas Peserta Didik
<i>Orient students to the problem</i>	Peserta didik memahami tujuan, sasaran, dan kebutuhan logistik pembelajaran yang disampaikan oleh pendidik, serta termotivasi

	untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah.
<i>Organize students for study</i>	Peserta didik dibantu oleh pendidik dalam mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahan.
<i>Assist independents and group investigation</i>	Peserta didik dituntut untuk mengumpulkan informasi yang tepat, melakukan eksperimen, dan mencari penjelasan serta solusi terkait permasalahan.
<i>Develop and present artifacts and exhibits</i>	Peserta didik dibantu oleh pendidik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai dengan permasalahan, serta berbagi tugas dengan anggota kelompoknya.
<i>Analyze and evaluate the problem-solving process</i>	Peserta didik dibantu oleh pendidik dalam merefleksikan investigasi dan proses yang digunakan

Proses pembelajaran yang menerapkan sintaks model pembelajaran *problem based learning* dengan baik, diharapkan dapat melatih peserta didik untuk memahami konsep pembelajaran melalui situasi dan masalah dalam meningkatkan keterampilan seperti halnya mengembangkan pengetahuan yang baru diketahui, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, memiliki kesempatan dalam mengaplikasikan pengetahuan dan mengembangkan minat peserta didik secara terus menerus.

2.1.2 Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

STEM singkatan dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang merupakan sebuah pendekatan pembelajaran terintegrasi dengan empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika untuk mengembangkan kemampuan kreativitas peserta didik melalui proses pemecahan masalah dalam

kehidupan sehari-hari (Susanti & Kurniawan, 2020). Sebagai sebuah tren yang ditekankan dalam bidang pendidikan, STEM mewakili suatu pendekatan untuk mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan membimbing peserta didik agar dapat mengembangkan kemampuan menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, memperkuat kemandirian, meningkatkan pemikiran logis, meningkatkan literasi teknologi, dan dapat mengaitkan pendidikan STEM dengan dunia kerja. (Afifah, 2021). Oleh karena itu, berdasarkan hal tersebut pembelajaran dengan menggunakan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*) bisa menjadi kunci untuk menciptakan peserta didik yang lebih terampil secara kritis, kreatif dan inovatif untuk memecahkan masalah nyata yang melibatkan kelompok atau tim secara kolaboratif.

Pendekatan STEM juga mengadopsi metode pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang sengaja menempatkan penyelidikan ilmiah dan penerapan matematika dalam konteks merancang teknologi sebagai bentuk pemecahan masalah yang mana dalam penyelidikan ilmiah jarang terjadi dalam pendidikan teknologi dan kegiatan mendesain teknologi jarang terjadi di kelas sains, tetapi dalam kehidupan sehari-hari, desain dan penyelidikan ilmiah secara rutin diaplikasikan secara bersamaan sebagai teknik solusi untuk masalah dunia nyata (Sanders, 2009). Selain itu, Pendekatan STEM dalam pendidikan juga memiliki tujuan yang sesuai kurikulum diantaranya: 1) dapat mengembangkan pemahaman peserta didik tentang gejala alam, konsep, serta prinsip-prinsip sains yang bermanfaat; 2) menerapkan sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat; 3) memahami keterkaitan keterampilan berpikir; 4) memiliki kemampuan berpikir ilmiah dengan menggunakan pemikiran, sikap, bertindak dan berkomunikasi secara ilmiah (Sukma dkk, 2022). Pemahaman tentang STEM tersebut diperkuat oleh Hendri, dkk (2022) yang menyatakan bahwa pendidikan STEM dianggap perlu untuk melengkapi keterampilan yang dibutuhkan peserta didik

diantaranya (1) *Adaptability*; (2) *Complex Communication Skills*; (3) *Non-routine problem solving*; (4) *Self management and self development*; dan (5) *System Thinking*.

Secara umum, tujuan dan manfaat yang diharapkan dari pembelajaran STEM menurut Simarmata dkk., (2020) yaitu:

1. Mengasah keterampilan berpikir kritis dan kreatif, logis, inovatif, dan produktif
2. Menanamkan semangat gotong royong dalam memecahkan masalah
3. Mengenalkan perspektif dunia kerja dan mempersiapkannya
4. Memanfaatkan teknolog untuk menciptakan dan mengkomunikasikan solusi yang inovatif
5. Media untuk menumbuhkembangkan kemampuan menemukan dan menyelesaikan masalah
6. Media untuk merealisasikan kecakapan abad 21 dengan menghubungkan pengalaman ke dalam proses pembelajaran melalui peningkatan kapasitas dan kecakapan peserta didik
7. Standar literasi teknologi

Mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran dan pengajaran dapat diterapkan pada semua jenjang pendidikan, mulai dari sekolah dasar sampai universitas (Sanders, 2011). Penerapannya agar peserta didik lebih memahami pembelajaran dan tidak hanya menghafal tentang konsep-konsep maupun rumus-rumus tetapi peserta didik juga mampu mengetahui aplikasi teknologi dari materi yang diberikan oleh pendidik (Muthi'ik dkk., 2018). Namun, tantangannya ternyata tidak hanya dari kemampuan peserta didik saja, tetapi juga kesiapan pendidik dalam menggunakan pendekatan STEM itu sendiri (Kelley & Knowles, 2016).

Terdapat tiga pendekatan pembelajaran STEM yang dikembangkan oleh Roberts dan Cantu (2012), yaitu:

- 1) Pendekatan Terpisah (*silo*)

Pendekatan ini memberikan fokus pada peluang siswa untuk memperoleh pengetahuan daripada keterampilan teknis. Dalam pendekatan silo, beberapa ciri mencakup pembelajaran di dalam kelas yang memberikan sedikit kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi aktif, dan pendekatan ini masih bersifat otoriter yang dipimpin oleh guru. Betonannya pendekatan silo adalah penekanan pada penilaian pengetahuan yang diperoleh.

2) Pendekatan Tertanam (*embedded*)

Pendekatan ini menekankan penguasaan pengetahuan melalui penerapan dalam situasi dunia nyata dan cara-cara untuk memecahkan masalah dalam konteks sosial, budaya, dan fungsional. Pendekatan ini memberikan prioritas pada keutuhan subjek dan mengaitkan materi inti dengan materi pendukung atau tertanam.

3) Pendekatan Terpadu (*integrated*)

Pendekatan ini mengedepankan penggabungan berbagai bidang STEM menjadi satu mata pelajaran. Pendekatan terpadu mengintegrasikan berbagai konten lintas kurikuler, seperti keterampilan berpikir kritis, penyelesaian masalah, dan informasi ilmiah, untuk menciptakan solusi terhadap suatu masalah melalui penyatuan materi yang diajarkan pada kelas dan waktu yang berbeda.

Penelitian eksperimen ini menggunakan pendekatan STEM terpadu (terintegrasi). Menurut Breiner *et al.*, (2012) Pendekatan terpadu STEM adalah pendekatan pembelajaran yang menyatukan keempat disiplin ilmu dalam upaya membangun pengalaman belajar yang signifikan bagi peserta didik, sehingga melalui integrasi pengetahuan dan keterampilan yang terkait dengan konteks dunia nyata, pendekatan ini bertujuan agar peserta didik dapat memahami konsep dengan lebih baik. Selain itu, Bybee (2010) menyebutkan bahwa integrasi STEM dapat dilakukan dengan cara-cara yang berbeda, seperti STEM 1.0 (*single disciplines*), STEM 2.0 (*two disciplines*), STEM 3.0 (*three disciplines*), dan STEM

4.0 (*four disciplines*). Becker & Park (2011) juga menegaskan bahwa STEM sebagai interdisiplin ilmu mampu dimulai dengan mengintegrasikan dua disiplin ilmu dalam pembelajaran. Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM yang terintegrasi dari *science, technology, engineering, and mathematics* dapat diterapkan dalam pembelajaran dengan menggunakan dua atau lebih subjek STEM, sehingga diharapkan mampu membantu peserta didik dalam memecahkan masalah, dan meningkatkan keterampilan berpikirnya dalam belajar.

Pendekatan STEM dalam model pembelajaran *problem based learning* dapat membuat pembelajaran lebih menarik, menyenangkan, dan relevan dengan lingkungan sekitar. Selain itu, dapat membantu meningkatkan rasa percaya diri peserta didik, memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi ide, inovasi, dan kreativitas dalam mencari solusi untuk masalah nyata. Oleh karena itu, memadukan model *problem based learning* dengan pendekatan STEM diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penerapan pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemetaan Model *Problem Based Learning* dengan Pendekatan STEM

Sintaks Model <i>Problem Based Learning</i>	Aktivitas	Aspek STEM
(1)	(2)	(3)
<i>Orient students to the problem</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menampilkan video berkaitan dengan fenomena salah satu peristiwa penerapan gelombang bunyi seperti video penggunaan SONAR (<i>Sound Navigation and Ranging</i>) pada sebuah kapal laut (peristiwa pemantulan), dan video penggunaan dua speaker secara bersamaan untuk memperkeras suatu bunyi (peristiwa interferensi). - Peserta didik menanggapi video yang ditampilkan oleh pendidik - Berdasarkan video pertama, guru menanyakan kepada peserta didik: <i>“Bagaimana bunyi dapat dimanfaatkan sebagai alat untuk mengukur ke dalaman laut dan untuk menentukan lokasi kawanan ikan di laut?”</i> - Berdasarkan video kedua, guru menanyakan kepada peserta didik: <i>“Bagaimana penggunaan dua speaker yang dibunyikan dengan frekuensi sama dapat memperkuat atau memperlemah bunyi?”</i> - Lalu, <i>“Bagaimana jika penerapan SONAR tersebut digunakan pada berbagai kendaraan lain (misalnya pada mobil)?”</i> 	<p>(<i>Science sebagai konsep</i>) Peserta didik mengamati video yang ditampilkan pendidik dan menganalisis video tersebut</p> <p>(<i>Technology sebagai penerapan sains</i>) Peserta didik diberikan video penggunaan SONAR pada kapal laut dan penggunaan dua speaker secara bersamaan.</p> <p>(<i>Science sebagai proses</i>) Peserta didik menanggapi pertanyaan yang berkaitan dengan video tersebut.</p> <p>(<i>Engineering sebagai rekayasa sains</i>) Peserta didik mengidentifikasi penerapan SONAR pada mobil</p>

(1)	(2)	(3)
<i>Organize students for study</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pendidik mengarahkan peserta didik untuk berkelompok dan membagikan LKPD - Pendidik memberikan penjelasan terkait percobaan tentang karakteristik gelombang bunyi pada LKPD - Peserta didik menyimak dan bertanya jika ada yang belum mengerti 	<p>(Science sebagai proses) Peserta didik menyimak penjelasan pendidik terkait percobaan karakteristik gelombang bunyi pada LKPD</p>
<i>Assist independents and group investigation</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Melaksanakan percobaan tentang karakteristik gelombang bunyi untuk meninjau pengaruh panjang gelombang dan frekuensi terhadap cepat rambat gelombang bunyi yang dibimbing oleh pendidik. - Mengerjakan LKPD yang telah disiapkan oleh pendidik secara berkelompok dengan menuliskan data percobaan dan juga menjawab pertanyaan, serta membuat kesimpulan. 	<p>(Technology sebagai penerapan sains) Peserta didik melakukan percobaan pada <i>PhET Simulation</i></p> <p>(Science sebagai proses) Peserta didik menuliskan data hasil percobaan dan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LKPD</p>
<i>Develop and present artifact and exhibits</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik menyampaikan hasil dari kerja kelompok yang dibimbing oleh pendidik. - Peserta didik pada kelompok lain memberikan tanggapan yang berkaitan dengan hasil pemecahan masalah kelompok yang presentasi. - Peserta didik menulis hasil diskusi yang dilakukan oleh beberapa kelompok dalam kelas tersebut dan menggambarkan persamaan matematisnya. 	<p>(Science sebagai proses) Peserta didik menyampaikan hasil diskusi dan saling memberikan tanggapan pada kelompok lainnya</p> <p>(Mathematics sebagai alat) Peserta didik menemukan persamaan matematis gelombang bunyi</p>
<i>Analyze and evaluate the problem-solving process</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Peserta didik menarik kesimpulan serta mengkomunikasikannya di depan kelas - Pendidik meluruskan konsep yang masih salah dan memberikan informasi tambahan untuk melengkapi kesimpulan yang disampaikan peserta didik 	<p>(Science sebagai proses) Peserta didik menyampaikan kesimpulan di depan kelas</p> <p>(Mathematics sebagai alat) Pendidik meluruskan konsep dengan menuliskan persamaan matematik</p>

(1)	(2)	(3)
	- Pendidik memberikan soal evaluasi materi yang telah dipelajari untuk dikerjakan di rumah	dari percobaan yang dilakukan dan memberikan soal evaluasi

2.1.3 Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan tingkat tinggi merupakan salah satu keahlian yang harus dipersiapkan oleh peserta didik dalam mencetak sumber daya manusia yang berkualitas dengan salah satu bagiannya yaitu keterampilan berpikir kritis (Agnafia, 2019). Keterampilan berpikir secara kritis merupakan salah satu kecakapan hidup yang perlu dipelajari dan dikembangkan, serta diharapkan peserta didik dapat memiliki sikap ilmiah, dan keterampilan memecahkan masalah yang baik pada saat proses belajar mengajar di kelas maupun dalam menghadapi permasalahan nyata yang akan dialaminya (Puspita & Dewi, 2021). Ennis (2011) mendefinisikan keterampilan berpikir kritis sebagai proses berpikir yang masuk akal dan reflektif yang beralasan dan difokuskan pada penetapan apa yang dipercayai atau yang dilakukan. Sementara itu, Duron (2006) menyebutkan keterampilan berpikir kritis dapat diartikan sebagai keterampilan untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi sedangkan, Paul & Elder (2006) mendefinisikan keterampilan berpikir kritis sebagai seni berpikir untuk menganalisis dan mengevaluasi terlebih dahulu sesuai dengan pandangannya. Lain halnya dengan Hendriana et al., (2017) mendefinisikan keterampilan berpikir kritis sebagai proses yang sistematis sehingga memungkinkan seseorang untuk merumuskan dan mengevaluasi keyakinan dan pendapatnya sendiri. Berdasarkan pendapat yang telah dipaparkan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan dalam kegiatan berpikir secara sistematis untuk menganalisis dan mengevaluasi suatu permasalahan yang dihadapi sesuai dengan keyakinan dan pendapat mereka sendiri.

Lebih lanjut Watson & Glaser (2008) menambahkan bahwa, Keterampilan berpikir kritis merupakan hasil pengembangan konseptual dari kombinasi perilaku, pengetahuan, dan keterampilan. Hasil konseptual tersebut mencerminkan bahwa keterampilan berpikir kritis terdiri dari: a) Kemampuan untuk mengidentifikasi adanya masalah dan

pengakuan sepenuhnya terhadap kebutuhan akan fakta-fakta yang mendukung pernyataan yang telah dianggap benar; b) Pengetahuan mengenai dasar-dasar kesimpulan yang sah, gambaran umum, dan generalisasi yang berbobot atau jenis fakta yang berbeda dengan cara logis dan pasti; c) Keterampilan dalam menggunakan dan menerapkan sikap dan pengetahuan. Selain itu, Sulardi., dkk (2015) menambahkan bahwa keterampilan berpikir kritis terdiri dari tiga bagian, yaitu:

- (1) Melibatkan pengajuan pertanyaan yang relevan, dan dirumuskan dengan baik, serta mencakup inti permasalahan.
- (2) Melibatkan usaha untuk mencoba menjawab pertanyaan melalui penalaran.
- (3) Melibatkan kepercayaan pada hasil penalaran.

Terdapat sebuah taksonomi singkat mengenai keterampilan berpikir kritis yang diusulkan oleh Halpern (1998), sebagai petunjuk dalam pembelajaran diantaranya yaitu:

a. Keterampilan penalaran verbal

Kategori ini mencakup kemampuan yang diperlukan untuk memahami dan membela diri dari teknik-teknik persuasif yang muncul dalam bahasa sehari-hari.

b. Keterampilan analisis argumen

Sebuah argumen terdiri dari rangkaian pernyataan yang mencakup suatu kesimpulan dan alasan-alasan yang mendukungnya. Dalam kehidupan nyata, argumen cenderung kompleks dengan adanya alasan yang saling bertentangan, asumsi yang tersurat maupun tersirat, informasi yang tidak relevan, dan langkah-langkah di tengah argumen.

c. Keterampilan dalam berpikir sebagai pengujian hipotesis

d. Keterampilan ini seperti keterampilan intuitif seorang saintis untuk menjelaskan, memprediksi dan mengontrol suatu peristiwa.

e. Kemungkinan dan ketidakpastian

Dikarenakan sedikit sekali kejadian dalam kehidupan yang dapat diketahui dengan pasti, penggunaan probabilitas dalam bentuk

formatif, eksklusif, dan kontingen yang tepat harus memainkan peran krusial dalam hampir setiap keputusan.

- f. Keterampilan membuat keputusan dan pemecahan masalah
Secara umum, keterampilan berpikir kritis mencakup pengambilan keputusan dan solusi untuk suatu masalah. Namun, di sini yang dimaksud adalah terlibat dalam menciptakan dan memilih alternatif keputusan serta solusi, serta menilainya.

Aspek keterampilan berpikir kritis yang dinilai dalam penelitian ini adalah beberapa aspek yang dikembangkan oleh Ennis (2011) yaitu memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), memberikan penjelasan lanjut (*advance clarification*), dan strategi dan taktik (*strategies and tactics*). Berikut ini aspek-aspek keterampilan berpikir kritis pada Tabel 3.

Tabel 3. Aspek Keterampilan Berpikir Kritis

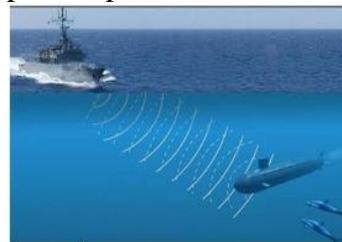
Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Keterampilan Berpikir Kritis
(1)	(2)
Memberikan penjelasan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	Memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan dan bertanya, serta menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan atau pernyataan
Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak dan mengamati serta mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi
Menyimpulkan (<i>inferring</i>)	Meneduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksikan atau mempertimbangkan hasil induksi, dan membuat serta menentukan nilai pertimbangan
Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advance clarification</i>)	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi dan juga dimensi, serta mengidentifikasi asumsi
Strategi dan taktik (<i>strategies and tactics</i>)	Menentukan tindakan dan berinteraksi dengan orang lain

2.1.4 Pemetaan Materi yang Terintegrasi KD 3.10

Materi yang terintegrasi dalam KD 3.10 MIPA kelas XI Kurikulum 2013 Revisi yaitu pada sub bab karakteristik gelombang bunyi, cepat rambat gelombang bunyi, Efek Doppler, fenomena dawai dan pipa organa, serta fokus *engineering* yang digunakan adalah sound. Materi yang terkait dengan KD 3.10 dipetakan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pemetaan Materi KD 3.10

No	Aspek STEM	Materi
(1)	(2)	(3)
1	<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengamati peran dan manfaat bunyi dalam aktivitas harian, lalu mengidentifikasi apakah terdapat ciri-ciri gelombang bunyi dan menganalisis penerapan persamaan cepat rambat gelombang bunyi. b. Melakukan observasi mengenai peran dan manfaat bunyi dalam kehidupan sehari-hari, dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi terkait konsep gelombang bunyi, termasuk Efek Doppler. c. Melakukan eksperimen menggunakan simulasi PhET untuk menentukan validitas hubungan cepat rambat gelombang bunyi pada suatu objek.
2	<i>Technology</i>	<p>Teknologi sebagai penerapan sains</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mengamati teknologi sains, yakni bunyi, dan menemukan fenomena yang terkait dengan penerapan prinsip fisika dalam gelombang bunyi (sound), khususnya pada penggunaan SONAR pada kapal laut.



Gambar 1. SONAR Mendeteksi Kapal Laut

- b. Menganalisis bagaimana bunyi dapat didengar dengan menggunakan perangkat suara dan bagaimana suara tersebut dapat terdengar pada jarak yang cukup jauh.

(1)	(2)	(3)
3	<i>Engineering</i>	<p><i>Engineering</i> sebagai rekayasa sains</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyelesaikan permasalahan dengan memberikan solusi terkait dengan teknologi bunyi yaitu teknik untuk merekayasa Pemasangan klakson pada mobil yang bertujuan untuk memberitahukan pengemudi lain mengenai keberadaan kendaraan tersebut.
		
		<p>Gambar 2. Klakson pada mobil</p>
4	<i>Mathematics</i>	<p>Matematika sebagai Alat</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengobservasi peran dan manfaat suara dalam aktivitas harian untuk menganalisis penerapan gelombang bunyi melalui karakteristiknya dan merumuskan persamaan cepat rambat gelombang bunyi. Melakukan eksperimen mengenai penerapan gelombang bunyi, seperti suara atau klakson pada mobil, untuk menganalisis berlakunya Efek Doppler dalam situasi kehidupan sehari-hari. Mengobservasi Gelombang Stasioner pada alat penghasil bunyi.

2.1.5 Hasil Penelitian yang Relevan

Adapun penelitian-penelitian yang relevan mengenai implementasi model *problem based learning* dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Penelitian yang Relevan

Nama/Jurnal/Judul	Hasil Penelitian
(1)	(2)
Rohman, H. N., Suherman, A., & Utami, I. S. 2021. Penerapan <i>Problem Based Learning</i> Berbasis STEM pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. <i>Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika</i> , 12(2): 117-123	Hasil penelitiannya yaitu kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi alat optik mengalami peningkatan setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan model <i>problem based learning</i> berbasis STEM. Peningkatan nilai rata-rata dari <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> sebesar 22,42% dengan rata-rata <i>N-gain</i> sebesar 0,25 dalam kategori rendah.
Mustofa, M. R., Arif,S., Sholihah, A. K., Aristiawan, A., & Rokmana, A. W. 2021. Efektivitas Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> Berbasis STEM terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. <i>Jurnal Tadris IPA Indonesia</i> , 1(3): 375-384.	Hasil penelitiannya mengungkapkan bahwa model <i>problem based learning</i> dengan pendekatan STEM pada materi getaran, gelombang dan bunyi memiliki kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dari pada kelas yang menggunakan model ceramah dibuktikan dengan nilai rata-rata <i>posttest</i> keduanya yaitu 72 (eksperimen) dan 55,5 (kontrol). Selain itu, nilai dari uji-t pada <i>estimate for difference</i> sebesar 16,87 yang berarti kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol.
Permana, I. P. Y. S., Nyeneng, I. D. P., & Distrik, I. W. 2021. The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approaches on Critical Thinking Skills Using PBL Learning Models. <i>Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika</i> , 9(1): 1-15.	Hasil penelitiannya mengungkapkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi hukum Newton menggunakan pendekatan STEM dengan model PBL yang dibuktikan dengan nilai rata-rata <i>N-gain</i> di kelas eksperimen sebesar 0,73 sedangkan di kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional dengan pendekatan saintifik sebesar 0,56. Selain itu, dibuktikan dari hasil uji <i>effect size</i> dengan nilai 1,49 berkategori tinggi. nilai 1,49 berkategori tinggi.

(1)	(2)
Khoiriyah, N., Abdurrahman, & Wahyudi, I. 2018. Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Gelombang Bunyi. <i>Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika</i> , 5(2): 53-62.	Hasil penelitiannya mengungkapkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM pada materi gelombang bunyi mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95% dan nilai <i>N-gain</i> sebesar 0,63 dengan kategori sedang.

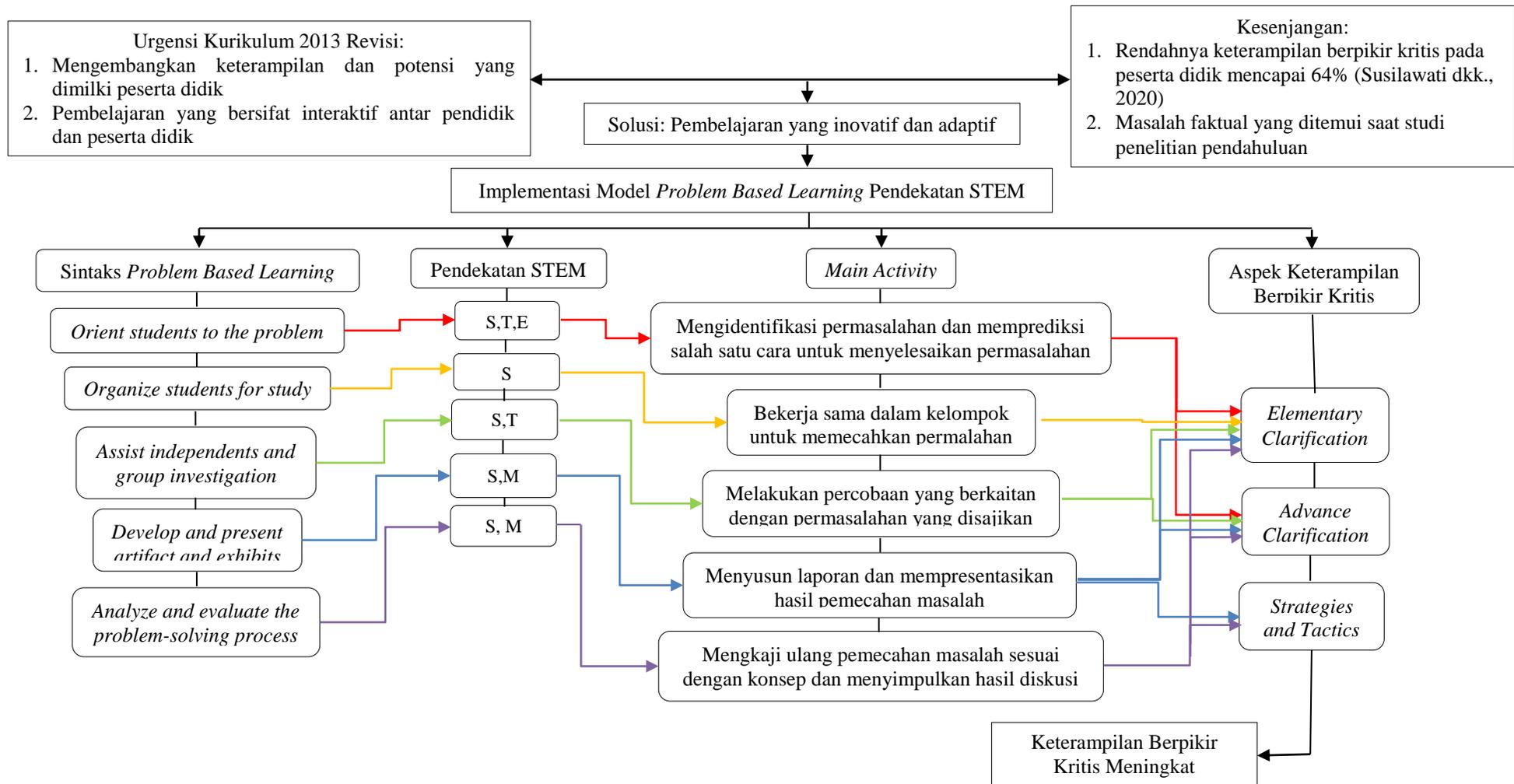
Berdasarkan pemaparan penelitian-penelitian di atas maka keterbaruan dari penelitian yang dilakukan adalah menggunakan model *problem based learning* dengan pendekatan STEM untuk melihat ada atau tidaknya peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi.

2.2 Kerangka Pemikiran

Kurikulum pendidikan 2013 revisi khususnya pada tingkat SMA memiliki urgensi diantaranya mampu meningkatkan keterampilan yang dimiliki peserta didik salah satunya yaitu berpikir kritis dan berlangsungnya pembelajaran yang interaktif antara pendidik dan peserta didik, hanya saja masih terdapat kesenjangan seperti yang telah disampaikan oleh Suratno dan Kurniati (2017) kurangnya ketertarikan peserta didik dalam membuktikan suatu prinsip maupun konsep, melakukan penyelidikan, dan penggeneralisasian dapat berdampak pada rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik. Seperti halnya yang terjadi di SMAN 1 Woha Nusa Tenggara Barat khususnya kelas X pada mata pelajaran fisika materi Usaha dan Energi bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik berada pada persentase 64% dengan kategori rendah, ini terjadi karena pembelajaran fisika di sekolah tersebut hanya menggunakan pembelajaran langsung dengan model ceramah (Susilawati dkk., 2020). Selain itu, masalah-masalah faktual juga ditemui saat melakukan studi penelitian pendahuluan seperti belum terlaksananya pembelajaran yang berfokus pada peserta didik dan tidak tercapainya tujuan dari pembelajaran

yang dilaksanakan akibat dari lemahnya proses pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran yang inovatif dan adaptif dengan menerapkan model dan pendekatan yang mampu membuat pembelajaran berlangsung terasa menyenangkan dan tidak membosankan.

Model *problem based learning* merupakan pembelajaran yang didasarkan pada permasalahan yang ada dalam kehidupan nyata dan kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik menjadi aktif dalam pembelajaran serta berperan sebagai pusat pembelajaran. Hal ini dapat meningkatkan keterampilan berpikir peserta didik dalam pemecahan masalah. Model pembelajaran berbasis masalah dapat diterapkan dengan salah satu pendekatan pembelajaran yaitu STEM guna melihat keterampilan berpikir kritis peserta didik. STEM merupakan proses pembelajaran yang menggabungkan *science, technology, engineering, and mathematics* sehingga, dalam proses pembelajarannya peserta didik tidak hanya mengetahui informasinya saja tapi juga dapat mengetahui bagaimana teknologi yang dikembangkan dengan pengetahuan tersebut, bagaimana hasil rekayasa dan mengetahui matematik dari materi tersebut. Selaras dengan hal tersebut bagan kerangka pikir dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Diagram Kerangka Pemikiran

2.3 Anggapan Dasar

Anggapan dasar penelitian berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran, yaitu :

1. Keterampilan awal kelas eksperimen dan kelas kontrol dianggap sama.
2. Kelas eksperimen dan kelas kontrol mempelajari materi yang sama yaitu gelombang bunyi
3. Faktor-faktor lain di luar penelitian diabaikan.

2.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka hipotesis pada penelitian ini adalah:

Hipotesis pertama

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah mengimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM.

H_1 : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan setelah mengimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM.

Hipotesis kedua

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2023/2024 di SMA Negeri 15 Bandar Lampung dengan alamat Jln. Turi Raya, Labuhan Dalam, Kec. Tanjung Senang, Bandar Lampung 35141.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas XI MIPA SMA Negeri 15 Bandar Lampung pada semester ganjil Tahun Ajaran 2023/2024 yang berjumlah 5 kelas. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan dalam pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu, dua kelas yang memiliki rata-rata hasil belajar fisika yang hampir sama pada semester sebelumnya, materi, dan pengalaman belajar yang sama. Berdasarkan teknik tersebut telah terpilih dua kelas sampel, yaitu kelas XI MIPA 1 dan kelas XI MIA 2 dengan jumlah masing-masing 35 dan 36 peserta didik.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM, dan variabel terikat penelitian ini yaitu keterampilan berpikir kritis.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen menggunakan metode *quasi eksperimental* dengan desain penelitian *non-equivalent control group design*, yakni satu kelompok eksperimen diberi perlakuan tertentu dan satu kelompok lain dijadikan kelompok kontrol. Menurut Sugiyono (2016) desain penelitian yang akan digunakan dapat digambarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. *Non-equivalent Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

O₁ : Tes keterampilan berpikir kritis awal (*pretest*) kelas eksperimen sebelum perlakuan.

O₂ : Tes keterampilan berpikir kritis akhir (*posttest*) kelas eksperimen sesudah perlakuan

O₃ : Tes keterampilan berpikir kritis awal (*pretest*) kelas kontrol sebelum perlakuan.

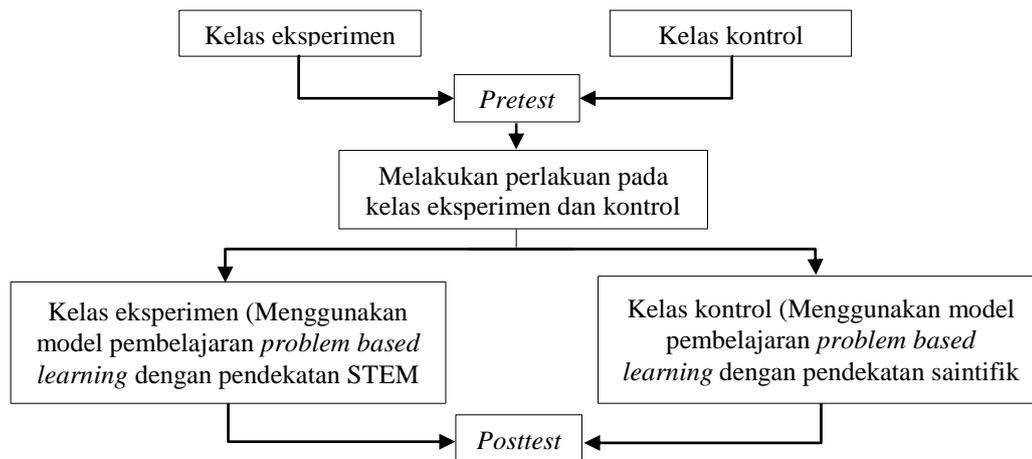
O₄ : Tes keterampilan berpikir kritis akhir (*posttest*) kelas kontrol sesudah perlakuan.

X₁ : Pembelajaran menggunakan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM

X₂ : Pembelajaran menggunakan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan *saintifik*

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah dalam melakukan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Rancangan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan berdasarkan bagan di atas dengan menggunakan dua kelas, satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Sebelum perlakuan kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan *pretest* untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis awal peserta didik, selanjutnya melakukan perlakuan pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM dan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan saintifik. Lalu, setelah perlakuan kelas eksperimen dan kelas kontrol kembali diberikan *posttest* untuk mengetahui peningkatan rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik. Setelah itu, mengumpulkan data, mengolah dan menganalisis data penelitian, menyusun hasil penelitian, dan menarik kesimpulan.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat ukur yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data penelitian terhadap objek yang digunakan dan mampu menjawab permasalahan yang terdapat dalam penelitian. Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang diuji berupa soal pilihan jamak dan uraian. Tes dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan pembelajaran. Data hasil keterampilan berpikir kritis dilihat dari ketepatan dan kelengkapan peserta didik menjawab soal. Soal berdasarkan aspek keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan oleh Ennis (2011) dan diadopsi dari penelitian Khoiriyah dkk., (2018).

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen digunakan dalam sampel, instrumen harus diuji terlebih dahulu menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas berbantuan program *IBM SPSS 21*.

3.7.1 Uji Validitas

Uji validitas menunjukkan tingkat kevalidan yang dimiliki suatu instrumen. Instrumen dikatakan valid jika mampu mengungkapkan data berdasarkan variabel yang tepat. Menurut Rosidin (2017) untuk menguji validitas instrumen, digunakan rumus korelasi *product moment* dengan bantuan program komputer SPSS versi 26.0 (Arikunto, 2012). Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid. Namun jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid. Koefisien validitas butir soal mengacu pada pengklasifikasian validitas dalam Rosidin (2017) disajikan pada Tabel 7. berikut:

Tabel 7. Koefisien Validitas

Koefisien korelasi r	Interpretasi
0,90 – 1,00	Sangat tinggi
0,70 – 0,90	Tinggi
0,40 – 0,70	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat rendah

3.7.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan konsistensi atau keajegan hasil yang diperoleh dari suatu instrumen. Pengujian reliabilitas dilakukan menggunakan SPSS versi 26.0 dengan metode *Alpha Cronbach's*. Suatu instrumen dinyatakan reliabel jika mempunyai nilai koefisien *alpha*. Oleh karena itu, digunakan ukuran kemantapan *alpha* menurut Arikunto (2013) yang diinterpretasikan seperti pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Nilai *Alpha Cronbach's*

Nilai <i>Alpha Cronbach's</i>	Interpretasi
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah
$0,21 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,41 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,61 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,81 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif yang diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik yang telah disiapkan saat sebelum dan sesudah pembelajaran. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu teknik tes. Tes diberikan sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* inilah yang selanjutnya akan diperoleh rata-rata nilai *N-gain*. Tes yang diberikan bertujuan untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik menggunakan model *problem based learning* dengan pendekatan STEM pada kelas eksperimen dan model *problem based learning* dengan pendekatan saintifik pada kelas kontrol. Soal tes yang diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sama.

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil pretest dan posttest keterampilan berpikir kritis peserta didik. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan skor gain yang ternormalisasi atau *N-gain* untuk melihat perbedaan nilai pretest dan posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk mengetahui hal tersebut, menurut Hake (1998) *N-gain* dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$(g) = \text{normalized gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor Pretest}}$$

Hasil perhitungan *N-gain* diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi *N-gain*

Rata-rata <i>Gain</i> Ternormalisasi	Klasifikasi
$(g) \geq 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq (g) < 0,70$	Sedang
$(g) < 0,3$	Rendah

3.9.2 Pengujian Hipotesis

Suatu pengujian dapat dilanjutkan jika data tersebut terdistribusi normal atau tidak kemudian diuji homogenitas. Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data nilai kognitif sebelum dan sesudah pembelajaran.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *Kolmogorov Smirnov* menurut Sugiyono (2013) dengan ketentuan:

H_0 : Data terdistribusi normal

H_1 : Data tidak terdistribusi normal

Dengan dasar pengambilan keputusan

1) Apabila nilai signifikan atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima.

Dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi secara normal.

2) Apabila nilai signifikan atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak.

Dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi secara normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui data kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas sampel apakah memiliki varians yang homogen atau tidak dengan menggunakan SPSS versi 26.0. Hipotesis homogenitasnya sebagai berikut.

H_0 : Data keterampilan berpikir kritis peserta didik memiliki varians yang homogen

H_1 : Data keterampilan berpikir kritis peserta didik memiliki varians yang tidak homogen

Pada uji homogenitas menggunakan SPSS versi 26.0 yaitu *Levene's Test for Equality of Variances* menunjukkan hasil uji homogenitas atau uji kesamaan ragam. Jika Sig. $> 0,05$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada perbedaan varian atau ragam antara rata-rata *Normalize Gain* kelas atau kedua kelas tersebut homogen

c. Uji Hipotesis

a) *Paired Sample T-Test*

Uji *Paired Sample T-Test* merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengkaji keefektifan perlakuan, ditandai dengan adanya perbedaan secara signifikan rata-rata sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

Hipotesis dalam uji ini sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah mengimplementasikan model

pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM.

H₁ : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan setelah mengimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM.

Adapun kriteria pengujian hipotesis adalah jika Sig. < 0,05 maka H₀ ditolak atau H₁ diterima.

b) *Independent Sample T-Test*

Pada penelitian ini juga menggunakan uji *Independent Sample T-Test* yang digunakan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hipotesis dalam uji ini sebagai berikut:

H₀ : Tidak terdapat perbedaan rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

H₁ : Terdapat perbedaan perbedaan rata-rata *N-gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Adapun kriteria pengujian hipotesis adalah jika Sig. < 0,05 maka H₀ ditolak atau H₁ diterima.

d. *Effect Size*

Untuk melihat seberapa besar pengaruh dari suatu variabel dengan variabel lainnya dalam suatu penelitian dapat ditunjukkan dari nilai *effect size*. Berikut ini rumus *effect size*:

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

Keterangan :

d : *Cohen's d effect size*

\bar{X}_1 : Nilai rata-rata perlakuan kelas eksperimen

\bar{X}_2 : Nilai rata-rata perlakuan kelas kontrol

S_{pooled} : standar deviasi kelas gabungan

Adapun hasil perhitungan dapat diinterpretasikan berdasarkan kategori *effect size* menurut Cohen et al., (2017) dalam Tabel 10. berikut.

Tabel 10. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0,8 \leq d < 2,0$	Besar
$0,5 \leq d < 0,8$	Sedang
$0,2 \leq d < 0,5$	Kecil

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa rata-rata keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen sebelum pembelajaran sebesar 17,0 dan sesudah diimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan *STEM* dalam pembelajaran sebesar 69,48. hal ini menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah mengimplementasikan model pembelajaran *problem based learning* pada materi gelombang bunyi. Hal tersebut juga dapat dilihat dengan peningkatan nilai *posttest* peserta didik setelah dilakukan pembelajaran dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,63 pada kelas eksperimen dengan kategori sedang, serta hasil perhitungan *effect size* diperoleh 0,99 yang dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan *STEM* pada materi gelombang bunyi berpengaruh sangat baik terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Pendidik diharapkan lebih mendisiplinkan peserta didik agar pembelajaran lebih efektif, memaksimalkan keaktifan dan keikutsertaan peserta didik pada proses pembelajaran, serta menggunakan media yang lebih bervariasi sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik.

2. Peneliti lain yang berminat melakukan penelitian lebih lanjut, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam melakukan penelitian dengan materi lain, model pembelajaran dan keterampilan abad 21 lainnya. selain itu, ketersediaan media pembelajaran untuk melakukan percobaan atau simulasi yang digunakan dapat disesuaikan dengan kondisi peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. 2021. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Mata Pelajaran Ipa Konsep Tekanan Zat Cair Melalui Pendekatan Stem (Science Technology Engineering Mathematic) Di Kelas Viii Smpn 4 Kota Bogor. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran Guru Sekolah Dasar (JPPGuseda)*, 4(1):75-79.
- Agnafia, D. N. 2019. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Florea*, 6(1):45-53.
- Agnezi, L. A., Khair, N., & Yolanda, S. 2019. Analysis of High School Physics Textbook Presentation Class X Semester 1 Related to Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Components. *Journal of Exact Education*, 3(2): 167-175.
- Ali, Z., & Soomro, A. A. Perceptions and practices of students about Physics Learning Materials at Secondary Level: A Comparative Study of Government and Private Schools. *SBBU Journal of Social Sciences*, 1(1): 23-34.
- Andawiyah, R. 2014. Interelasi Bahasa, Matematika, dan Statistika. *Okara Jurnal Bahasa dan Sastra*, 8(2): 69-80.
- Arends, R. I. 2014. *Learning to Teach*. New York: McGraw-Hill, 609 hlm.
- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta: Bumi Aksara, 412 hlm.
- Ariyatun & Octavianelis, D. F. 2020. Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Journal of Educational Chemistry*, 2(1): 33-39.
- Basri, H., Purwanto, As'ari, A.R., & Sisworo. 2019. Investigating Critical Thinking Skill of Junior High School in Solving Mathematical Problem. *International Journal of instruction*, 12(3): 745-758.

- Becker, K., & Park, K. 2011. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5): 23-37.
- Birgili, B. 2015. Creative and Critical Thinking Skills in Problem-based Learning Environments. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2(2): 71-80.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. 2012. What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1): 3-11.
- Bybee, R. W. 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision. *Journal Technology and Engineering Teacher*, 70(1): 30-35.
- Cahyono, B. 2017. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis dalam Memecahkan Masalah Ditinjau perbedaan Gender. *Aksioma*, 8(1): 50-64
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2017. *Research Methods in Education*. New York: Routledge Falmer, 657 hlm.
- Duron, R., Limbach, B., & Waugh, W. 2006. Critical thinking framework for any discipline. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 17(2): 160-166.
- Eismawati, E., Koeswanti, H.D., & Radia E.H. 2019. Peningkatan Hasil Belajar Matematika Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Siswa Kelas 4 SD. *Jurnal Mercumatika : Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(2): 71-78.
- Ennis, R. H. 2011. Critical Thinking: Reflection and Perspective Part 1. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 26(1): 4-18.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-Engagement Versus Traditional Methode: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Course. *American Journal of Physics*, 66(1): 64-74.
- Halpern, D.F. 1998. Teaching Critical Thinking for Transfer Across Domain: Dispositions, Skills, Structure Training, and Metacognitive Monitoring. *American Psychologist*, 53(4): 449-455.
- Hendri, M., Nehru., Rasmi, D.P., & Sirait, J.V. 2022. Pelatihan Pembelajaran IPA Melalui Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Bagi Guru SMP Negeri 1 Kota Sungai Penuh. *Journal of Community Engagement Research for Sustainability*, 2(6): 301-307.
- Hendriana, H., Rohaeti, E.E., & Sumarmo, U. 2017. *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa*. Bandung: Refika Aditama. 284 hlm.

- Hidayah, R., Salimi, M., & Susiani, T., S. 2017. Critical Thinking Skill: Konsep dan Indikator Penelitian. *Jurnal Taman Cendekia*, 1(2): 127-133.
- Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Sainifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia, 456 hlm.
- Igut, H. J., Ain, N., & Pratiwi, H. Y. 2019. The Implementation of Problem Based Learning Model to Improve Student's Motivation and Critical Thinking. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3): 177-184.
- Johnson, E. B. 2006. *Contextual Teaching and Learning*. Bandung: Kaifa, 339 hlm.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. 2016. A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(1): 1-11.
- Khoiriyah, N., Abdurrahman., & Wahyudi, I. 2018. Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 5(2): 53-62.
- Khoirunnisa, F., & Sabekti, A. W. 2020. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 4(1): 26-31.
- Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. 2017. A Study of Creativity in CaC 2 Stemship-derived STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6): 2387-2404.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., & Chitta, F. 2021. Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1): 29-40.
- Maryati, I. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Pola Bilangan Di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal "Mosharafa"*, 7(1): 63-74.
- Mu'minah, I. H. 2020. Implementasi STEM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) dalam pembelajaran Abad 21. *Bio Education*, 5(1): 65-73.
- Mustofa, M. R., Arif,S., Sholihah, A. K., Aristiawan, A., & Rokmana, A. W. 2021. Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbasis STEM terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3): 375-384.

- Muthi'ik, Irmawati I., Abdurrahman, & Rosidin, Undang. 2018. The Effectiveness of Applying STEM Approach to Self Efficacy and Student Learning Outcomes for Teaching Newton's Law. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(1): 11-17.
- Nasution, U. S. Z., Sahyar., & Sirait, M. 2016. Pengaruh Model Problem Based Learning dan Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2): 112-117.
- Nurjanah, S., Djudin, T., & Hamdani, H. 2022. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Topik Fluida Dinamis. *Jurnal education and development*, 10(3): 111-116.
- Paramita, A., Dasna, I. W., & Yahmin, Y. 2019. Kajian Pustaka: integrasi STEM untuk Keterampilan Argumentasi dalam Pembelajaran Sains. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(2): 92-99.
- Paul, R., & Elder, L. 2006. *The miniature guide to critical thinking: Concepts & tools*. Dillon Beach: Foundation for Critical Thinking, 48 hlm.
- Permana, I. P. Y. S., Nyeneng, I. D. P., & Distrik, I. W. 2021. The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approaches on Critical Thinking Skills Using PBL Learning Models. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 9(1): 1-15.
- Puspita, V., & Dewi, I.P. 2021. Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1): 86-96.
- Rahayuni, G. 2016. Hubungan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Sains pada Pembelajaran IPA Terpadu dengan Model PBM dan STM. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 2(2): 131-146.
- Ramli, Y., & Irawan, F. 2023. The Effect of STEM-Integrated PBL Learning on Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Jeumpa*, 10(2): 269-277.
- Roberts, A. & Cantu, D. 2012. *Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum*. USA : Department of STEM Education and Professional Studies Old Dominion University, 110-118 hlm.
- Rohman, H. N., Suherman, A., & Utami, I. S. 2021. Penerapan *Problem Based Learning* Berbasis STEM pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(2): 117-123.
- Rosidin, U. 2017. *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Yogyakarta: Media Akademi, 316 hlm.

- Rusman. 2010. *Model-model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Pers, 230 hlm.
- Rusman. 2014. *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Pers, 418 hlm
- Rusmono. 2012. *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning Itu Perlu: Untuk Meningkatkan Profesionalitas Guru*. Bogor: Ghalia Indonesia, 128 hlm
- Sanders, M. 2009. Integrative STEM Education: Primer. *The Technology Teacher*, 68(4): 20-26.
- Sanders, M., Hyuk-soo. K., Kyung-suk, P., & Hyonyong, L. 2011. Integrative STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Education: Contemporary Trends and Issues. *Secondary Education*. 59(3): 729-762.
- Septiani, I., Lesmono, A.D., & Harimukti, A. 2020. Analisis Minat Belajar Siswa Menggunakan Model Problem Based Learning Dengan Pendekatan Stem Pada Materi Vektor Di Kelas X Mipa 3 Sman 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2): 64-70.
- Simarmata, J., Simanihuruk, L., Ramadhani, R., Safitri, M., Wahyuni, D., & Iskandar, A. 2020. *Pembelajaran STEM Berbasis HOTS*. Medan : Yayasan Kita Menulis, 98 hlm
- Slameto. 2011. *Penelitian dan Inovasi Pendidikan*. Semarang: Widya Sari Press, 336 hlm.
- Solikha, S. N., & Fitrayati, D. 2021. Integrasi Keterampilan 4c Dalam Buku Teks Ekonomi SMA/MA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5): 2402-2418.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 333 hlm.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 451 hlm.
- Sukma, S. Y., Zulyusri., Ardi., & Alberinda, H. 2022. Implementasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, Mathematics (Stem) Dalam Pembelajaran Dan Hubungannya Dengan Kemampuan Berpikir Ilmiah Siswa. *As-Sabiqun : Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 4(4): 786-799.
- Sulardi., Nur, M., & Widodo, W. 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model Problem Based Learning. (PBL) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 5(1): 802–810.

- Suprihatiningrum, J. 2014. *Strategi Pembelajaran Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Ar-Ruz Media, 375 hlm.
- Supriyati, E., Setyawati, O. E., Purwati, D. Y., Salsabila, L. S., & Prayitno, B. A. 2018. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Salah Satu SMA Swasta di Sragen pada Materi Sistem Reproduksi. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan biologi*, 11(2). 2018: 72-78.
- Suratno., & Kuarniati, D. 2017. Implementasi Model Pembelajaran Math-Science Berbasis Performance Assessment Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Di Daerah Perkebunan Kopi Jember. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 21(1): 1-10.
- Susanti, E., & Kurniawan, H. 2020. Design Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1): 37-52.
- 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.
- Watson, G., & Glaser, E. M. 2008. *Critical Thinking Appraisal Short Form Manual*. USA: Pearson Education Inc, 63 hlm.
- Wayudi, M., Suwatno., & Santoso, B. 2020. Kajian Analisis Keterampilan Berpikir kritis Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 59(1): 67-82.
- Wulansari, D., & Madlazim, M. 2019. Application of Guided Inquiry Learning Model STEM Method to Improve Creative Thinking Skill in Global Warming Material. *IPF: Innovation in Physics Education*, 8(3): 779-783.
- Yilmaz, Y. O., Cakiroglu, J., Ertepinar, H., & Erduran, S. 2017. The Pedagogy of Argumentation in Science Education: Science Teacher's Instructional Practices. *International Journal of Science Education*, 39(11): 1443-1464.
- Yogantari, P., Yulianti, L., & Suyudi, A. 2014. Pengaruh Model Integrative Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Mata Pelajaran Fisika Kelas X MIA (Matematika dan Ilmu-ilmu Alam) SMAN 3 Malang. *Jurnal Online Pendidikan Fisika Universitas Malang*, 2(1): 1-7.
- Yuliawati, D. D., Bintang, K. A., Fitrotul, R., Gheafitri, Z., & Hanatan, A. 2022. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik dengan Penilaian Tes dan Non Tes. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(2): 65-68.

Zulfa, R. N., Masykuri, M., & Maridi, M. 2022. Efektivitas Perangkat Pembelajaran Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1): 43-49.