

**PENGEMBANGAN LKS DENGAN PENDEKATAN STEM BERBASIS  
REPRESENTASI JAMAK TERINTEGRASI PEMBELAJARAN  
ABAD 21 UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN  
BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN  
PEMECAHAN MASALAH FISIKA**

**(Tesis)**

**Oleh**

**ADELIYA AYU ANGGRAENI**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN LKS DENGAN PENDEKATAN STEM BERBASIS REPRESENTASI JAMAK TERINTEGRASI PEMBELAJARAN ABAD 21 UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA**

**Oleh**

**ADELIYA AYU ANGGRAENI**

Penelitian ini bertujuan mengembangkan LKS dengan pendekatan STEM terintegrasi pembelajaran abad 21 untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika yang valid, praktis dan efektif. Metode penelitian menggunakan desain research and development (R&D) model Borg & Gall. Instrumen yang digunakan adalah instrumen non tes berupa lembar validasi ahli untuk mengetahui kevalidan LKS, angket respon peserta didik dan keterlaksanaan LKS untuk mengetahui kepraktisan LKS dan tes berupa soal kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah untuk mengetahui keefektifan LKS. Hasil penelitian dan pengembangan menunjukkan bahwa: LKS hasil pengembangan dinyatakan valid oleh ketiga ahli dengan rata-rata kevalidan isi 3,65 dan konstruk 3,7. Berdasarkan uji lapangan LKS dinyatakan praktis yang ditunjukkan dengan keterlaksanaan sebesar 3,5 dan respon respon peserta didik sebesar 90%. Dan efektif yang ditunjukkan dengan n-gain kemampuan berpikir tingkat tinggi rata rata 0,57 Dan kemampuan pemecahan masalah rata-rata 0,56. Sehingga LKS dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran abad 21 yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis dan efektif.

Kata kunci : *LKS, STEM, Kemampuan Berpikir tingkat tinggi, Pemecahan masalah*

## **ABSTRACT**

### **THE DEVELOPMENT OF WORKSHEET WITH STEM APPROACH BASED ON MULTIPLE REPRESENTATION INTEGRATED 21<sup>ST</sup> CENTURY LEARNING TO INCREASE HIGH ORDER THINKING SKILL AND PROBLEM SOLVING ABILITY**

**By :**

**Adeliya Ayu Anggraeni**

This study aims to develop worksheet with an integrated STEM approach to 21st century learning to improve higher order thinking skills and physics problem solving that are valid, practical and effective. The research method uses the research and development (R&D) model of the Borg & Gall. The instrument used was a non-test instrument in the form of expert validation sheets to determine the validity of the worksheet, student response questionnaires and the implementation of LKS to determine the practicality of the worksheet and tests in the form of questions of higher-order thinking skills and problem solving skills to determine the effectiveness of the worksheet. The results of the research and development showed that: The developed worksheets were declared valid by the three experts with an average content validity of 3.65 and constructs of 3.7. Based on the worksheet field test, it was declared practical as indicated by the implementation of 3.5 and the response of the students' responses by 90%. And effective as indicated by the n-gain of higher order thinking ability on average 0.57 and problem solving ability on average 0.56. So that the worksheet with the STEM approach based on the integrated plural representation of 21st century learning developed is declared valid, practical and effective.

*Keywords: Worksheet, STEM, higher order thinking skills, problem solving*

**PENGEMBANGAN LKS DENGAN PENDEKATAN STEM BERBASIS  
REPRESENTASI JAMAK TERINTEGRASI PEMBELAJARAN  
ABAD 21 UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN  
BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN  
PEMECAHAN MASALAH FISIKA**

**Oleh**

**Adeliya Ayu Anggraeni**

**Tesis**

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

**Pada**

**Program Studi Magister Pendidikan Fisika  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN LKS DENGAN  
PENDEKATAN STEM BERBASIS  
REPRESENTASI JAMAK  
TERINTEGRASI PEMBELAJARAN  
ABAD 21 UNTUK MENINGKATKAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT  
TINGGI DAN PEMECAHAN MASALAH  
FISIKA**

Nama Mahasiswa : ***Adeliya Ayu Anggraeni***

Nomor Pokok Mahasiswa : 1923022004

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

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

2. Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan  
Ilmu Pengetahuan Alam

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

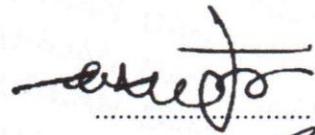
Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan Fisika

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

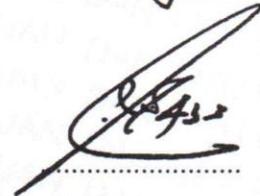
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

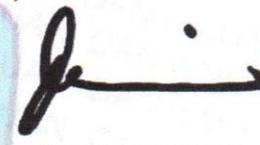
Ketua : Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



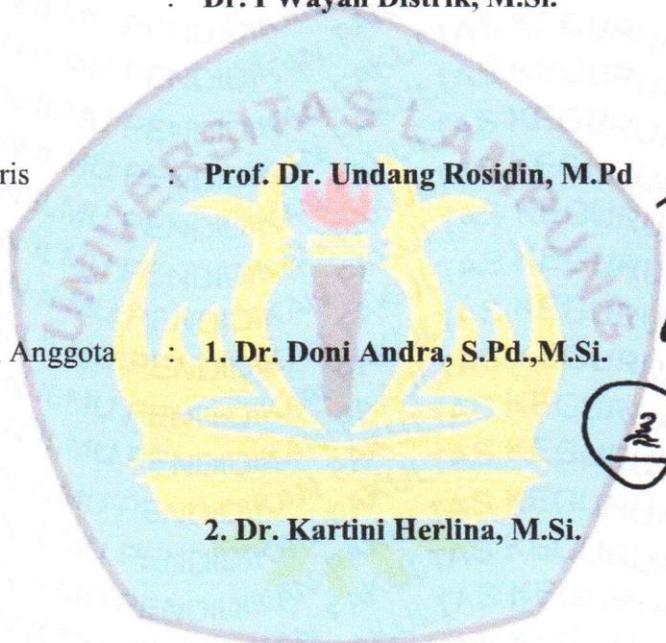
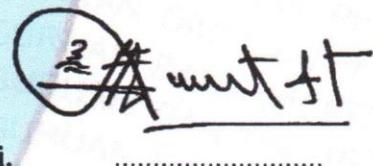
Sekretaris : Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd



Penguji Anggota : 1. Dr. Doni Andra, S.Pd.,M.Si.



2. Dr. Kartini Herlina, M.Si.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.  
NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Ujian Tesis : 09 Agustus 2021

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AdeliyaAyuAnggraeni  
NPM : 1923022004  
Fakultas/Jurusan : FKIP/Pendidikan MIPA  
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika  
Alamat : Jl. Padat Karya Sinar Harapan Gg. Makmur No.44 Rajabasa

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebut dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa tesis ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak bena rmaka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2021



**Adeliya Ayu Anggraeni**  
NPM. 1923022004

## RIWAYAT HIDUP



Adeliya Ayu Anggraeni lahir di Bandar Lampung, pada tanggal 5 Oktober 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Sumardi dan Ibu Heryawati. Penulis menempuh pendidikan formal pertama kali yaitu pendidikan di TK Amalia Bandarlampung pada tahun 2004.

Kemudian di lanjutkan SD di SDN 3 Perumnas Way Kandis pada tahun 2007, lalu SMPN 29 Bandar Lampung pada tahun 2008. Setelah menempuh sekolah menengah pertama penulis melanjutkan sekolah ke SMAN 5 Bandar Lampung pada tahun 2011. Setelah lulus SMA, tahun 2014 penulis melanjutkan studi di Perguruan Tinggi Universitas Lampung pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Jurusan Fisika. Pada bulan Januari tahun 2019, penulis lulus dari Jurusan Fisika. Setelah lulus, penulis melanjutkan studi di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung pada tahun yang sama.

## MOTTO

*“Education is not received, it is achieved”*

“Memulai dengan penuh keyakinan, menjalankan dengan penuh keikhlasan, dan menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan”

*“Never stop learning because life never stop teaching”*

“Tidak ada batasan dari perjuangan”

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur penulis persembahkan pada Allah SWT yang maha kuasa, atas limpahan berkah dan rahmat dan putaran roda kehidupan yang diberikan-Nya hingga saat ini penulis dapat mempersembahkan tesis ini kepada orang-orang tersayang:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Sumardi dan Ibunda Heryawatiyang telah berjuang mendidik sejak penulis kecil. Terima kasih atas cinta dan kasih sayang sepenuh hati, dukungan moril maupun materil serta keikhlasan dalam menyelipkan nama penulis di setiap doa. Setiap kali keberuntungan itu datang maka penulis percaya doa-doa tersebut telah didengar-Nya.
2. Adik-adik tersayang Colifaturansa dan Muhammad Alif Eko. Terima kasih selalu memberikan cinta, kasih sayang, serta semangat.
3. Almamater tercinta Universitas Lampung.

## SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkah dan rahmat-Nya tesis ini dapat terselesaikan. Tesis dengan judul “Pengembangan LKS dengan Pendekatan STEM berbasis Representasi Jamak Terintegrasi Pembelajaran Abad 21 untuk Meningkatkan Kemampuan berpikir Tingkat Tinggi dan Pemecahan Masalah Fisika” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
3. Bapak Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, M.T. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung dan juga sebagai pembimbing kedua terimakasih atas bimbingan saran dan kritik kepada peneliti.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika, dan selaku penguji kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.

6. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Pembimbing Pertama atas kesediaanya memberikan bimbingan, saran, dan kritik selama proses penyelesaian tesis ini.
7. Bapak Dr. Doni Andra, M.Sc., selaku Penguji Pertama. Terima kasih untuk masukan, saran dan kritik selama proses penyelesaian tesis ini
8. Bapak Ibu Dosen serta Staf Program Studi Magister Pendidikan Fisika
9. Bapak Saiful Imam Ali Nurdin, M.Pd. selaku guru SMA YP UNILA dan Ibu Sulistiawati, S.Pd. selaku Guru Fisika SMAN 15 Bandar Lampung yang telah memberkan bantuan selama proses penelitian.
10. Peserta didik kelas XII IPA SMA YP UNILA dan peserta didik kelas XII IPA SMAN 15 Bandar Lampung atas bantuannya selama penelitian berlangsung
11. Kakak-kakak sekaligus sahabat seperjuangan Magister Pendidikan Fisika 2019, Haza, Reny, Rika, Ani, Abdi, Ayu Pane, Dini, Irani, Retno, Indah, Mareta, Meisita, Putri, Rani, Sestika, Sinka, Siti Nurhasanah, Siti Mardian, farah, Linda dan Mera.
13. Sahabat dekatku Amilia Rasitiani, Liyana Mardova, Rani Anggriani, Royzatul Husna Utami, dan Zahra Maria Ulfa.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga tesis yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Agustus 2021

Penulis,

**ADELIYA AYU ANGGRAENI**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>iv</b>
<b>MENYETUJUI</b> .....	<b>v</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	6
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kajian Teori .....	7
1. Deskripsi dan Permasalahan pada Pembelajaran Materi Getaran dan gelombang .....	7
2. Bahan Ajar.....	8
3. <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM).....	9
4. Representasi Jamak.....	16
5. Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) .....	19
6. Pembelajaran Abad 21 .....	21
7. Pembelajaran <i>Online</i> ( <i>Blanded Learning</i> ).....	23
8. Berpikir Tingkat Tinggi.....	25
9. Pemecahan Masalah Fisika.....	28
10. Teori Belajar yang Mendukung Pengembangan Produk.....	31
B. Penelitian Relevan .....	35
C. Kerangka Berpikir .....	35
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3. Pengembangan format produk.....	57
4. Uji coba skala kecil .....	65
5. Penyempurnaan produk .....	75

A. Prosedur Pengembangan .....	37
B. Lokasi dan Subjek Penelitian .....	41
C. Teknik Pengumpulan Data .....	41
D. Teknik Analisis Data .....	43

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian Pengembangan .....	52
1. Penelitian dan pengumpulan informasi awal .....	52
2. Perencanaan .....	53
B. Pembahasan .....	76
1. Validitas LKS .....	76
2. Kepraktisan LKS .....	77
3. Keefektifan LKS .....	79

#### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	85
B. Saran .....	86

#### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kerangka pikir .....	36
3.1. Diagram alir rancangan peneltian pengembangan .....	40
4.2. Tampilan <i>cover</i> lembar kerja siswa .....	57
4.3. Tampilan petunjuk penggunaan .....	58
4.4. Pengantar materi lembar kerja siswa .....	58
4.5. Diagram uji validasi ahli .....	60
4.6. Diagram kelayakan hasil uji validasi ahli Secara Keseluruhan .....	60
4.7. Diagram hasil uji satu lawan Satu .....	62
4.8. Diagram keterbacaan lembar kerja siswa .....	63
4.9. Diagram keterlaksanaan lembar kerja siswa .....	67
4.10. Mempresentasikan contoh soal yang memuat indikator menganalisis ....	80
4.11. Contoh jawaban siswa pada soal di kegiatan 1 .....	80
4.12. Contoh soal yang memuat indikator mengevaluasi .....	82
4.13. Contoh jawaban siswa pada soal indikator mengevaluasi .....	82
4.14. Contoh soal yang Memuat Indikator Mencipta .....	83
4.15. Contoh jawaban soal mencipta .....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Indikator <i>science, technology, engineering, mathematics</i> .....	12
2.2. Sistematika LKS dengan pendekatan STEM .....	16
2.3. Sintaks model PBL .....	21
2.4. Dimensi revisi taksonomi Bloom.....	27
2.5. Langkah kemampuan pemecahan masalah.....	29
2.6. Langkah-Langkah dan Indikator Pemecahan Masalah Menurut Savage dan William.....	30
2.7. Penelitian Relevan .....	34
3.1. Desain Penelitian .....	39
3.2. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban .....	44
3.3. Tafsiran Skor Lembar Validasi .....	45
3.4. Klasifikasi koefisien validitas .....	45
3.5. Klasifikasi koefisien reliabilitas.....	46
3.6. Konversi skor penilaian pernyataan nilai kualitas .....	47
3.7. Kriteria interpretasi nilai <i>N-Gain</i> .....	49
3.8. Masalah, jenis data dan analisis data .....	51
4.1. Kajian tahap awal penelitian .....	54
4.2. Rancangan LKS dengan pendekatan STEM.....	55
4.3. Hasil penilaian uji validasi ahli.....	59
4.4. Hasil rekomendasi perbaikan uji validasi ahli .....	61
4.5. Hasil penilaian uji satu lawan satu.....	62
4.6. Nilai koefisien korelasi hasil uji validitas .....	64
4.7. Nilai <i>Cronbach's alpha</i> hasil uji reliabilitas .....	65
4.8. Hasil uji keterlaksanaan LKS dalam pembelajaran .....	66

4.9. Hasil respon peserta didik .....	67
4.10. Hasil uji normalitas berpikir tingkat tinggi .....	68
4.11. Hasil uji normalitas kemampuan pemecahan masalah .....	69
4.12. Hasil Uji Homogenitas <i>Pretest Postest</i> HOTS kelas eksperimen .....	69
4.13. Hasil Uji Homogenitas <i>Pretest Postest</i> pemecahan masalah kelas eksperimen.....	70
4.14. Hasil uji n-gain berpikir tingkat tinggi .....	70
4.15. Hasil uji n-gain kemampuan pemecahan masalah.....	71
4.16. Hasil uji <i>paired sample t-test</i> berpikir tingkat tinggi.....	72
4.17. Hasil uji <i>paired sample t-test</i> pemecahan masalah.....	73
4.18. Hasil uji <i>independent sample t-test</i> berpikir tingkat tinggi .....	74
4.19. Hasil uji <i>independent sample t-test</i> pemecahan masalah.....	74

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kompetensi di Abad 21 adalah salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki siswa untuk dapat maju dan berkiprah dalam kehidupan nyata di Abad 21 (Wijaya, Sudjimat, & Nyoto, 2016). Kompetensi di Abad 21 merupakan tantangan nyata bagi guru, dimana pendidikan harus bisa menghasilkan sumber daya manusia dengan kompetensi yang bagus. Pendidikan Abad 21 merupakan pendidikan yang relevan dengan tujuan pendidikan yang ada di Indonesia, sebagaimana tercantum pada Undang Undang Sisdiknas No. 20 Tahun 2003 yang berbunyi: “Pendidikan Nasional berfungsi untuk dapat mengembangkan kemampuan dan membentuk watak peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan agar potensi siswa dapat berkembang sehingga menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, memiliki akhlak yang mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan dapat menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab”.

Pada kompetensi Abad 21, pembelajaran fisika mempunyai tujuan 4C yaitu; *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), *critical thinking and problem solving* (berpikir kritis dan pemecahan masalah), *creativity and innovation* (kreatif dan inovatif) (National Education Association, 2014). Berdasarkan kompetensi tersebut, dalam pembelajaran fisika siswa tidak hanya mempelajari produknya, tetapi siswa juga harus mempelajari suatu proses bagaimana produk tersebut dapat dihasilkan melalui serangkaian eksperimen.

Kegiatan eksperimen melatih siswa untuk melakukan penyelidikan, sehingga dapat melatih siswa untuk berpikir kreatif dan kritis yang lebih dikenal

dengan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Pada keterampilan berpikir tingkat tinggi, siswa harus dapat membedakan ide atau gagasan secara terinci dan jelas, berargumen dengan bagus, dapat menyelesaikan masalah, bisa memodifikasi penjelasan, mampu berhipotesis, serta dapat mengerti tentang hal-hal yang kompleks menjadi lebih jelas (Widodo & Kadarwati, 2013).

Berdasarkan hasil kajian lapangan tentang pembelajaran fisika yang dilakukan di beberapa sekolah, didapatkan hasil bahwa guru cenderung menerapkan model konvensional, yaitu dengan menggunakan model presentasi dan teknik bertanya. Lalu, berdasarkan hasil pengamatan dan hasil wawancara beberapa guru, diperoleh bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah (ketidakmampuan merepresentasikan) siswa dalam kategori rendah.

Dari permasalahan di atas, diperlukan adanya bahan ajar yang memudahkan siswa untuk memahami materi pembelajaran. Bahan ajar atau lembar kerja siswa (LKS) merupakan salah satu media pembelajaran alternatif yang tepat bagi siswa untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis. Untuk itu dibutuhkan LKS yang tepat tentunya dengan menggunakan model pembelajaran yang tepat bagi siswa untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis, LKS yang dibuat nantinya berbasis representasi jamak agar membuat siswa lebih tertarik. Manfaat penggunaan bahan ajar yaitu meningkatkan aktivitas dan minat siswa dalam mengikuti pembelajaran, serta membantu guru dalam mengarahkan siswanya untuk menemukan konsep-konsep pembelajaran, sehingga dapat membantu mengoptimalkan proses pembelajaran (Achyani dkk, 2010).

Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran fisika harus sesuai dengan perkembangan dan kompetensi di Abad 21. Oleh karena itu, diperlukan metode, pendekatan, dan model pembelajaran yang tepat untuk dapat membuat siswa tertarik dengan materi yang akan diajarkan (Irwansyah, Mahardika, & Supriadi, 2016). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan

dalam pembelajaran fisika adalah pendekatan STEM berbasis representasi jamak (*multiple representation*).

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang terintegrasi dalam pembelajaran merupakan program pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu yang termuat dalam STEM yaitu sains, teknologi, teknik atau rekayasa, dan matematika (Laboy-Rush, 2010). Pendekatan STEM yang terintegrasi dapat menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara kohesif dan pembelajaran aktif, karena keempat aspek dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah dengan mengutamakan aspek sains (Shernoff, *et al.*, 2017). Terdapat lima tahapan yang harus dilakukan dalam pendekatan STEM, antara lain: pengamatan, ide baru, inovasi kreasi, dan nilai (Syukri dkk, 2013).

Menurut Murtono (2014), representasi merupakan proses pembentukan, abstraksi dan pendemonstrasian pengetahuan fisika. Suatu masalah yang dianggap rumit dan kompleks, bias menjadi lebih sederhana menggunakan representasi fisika. Pendekatan representasi jamak dalam belajar mengajar menjadi sesuatu yang sangat berpotensi menghasilkan pembelajaran yang efektif (Abdurrahman, 2011). Representasi dalam pembelajaran fisika mempunyai tiga cara (*modes*), yaitu (1) sebagai cara atau alat untuk dapat menguraikan persoalan; (2) sebagai pokok persoalan ketika siswa diminta membuat grafik; (3) sebagai langkah atau prosedur formal siswa untuk dapat membuat diagram benda bebas sebagai salah satu langkah awal untuk memecahkan masalah (Astuti, 2013). Dalam pembelajaran fisika, representasi biasanya disajikan dalam bentuk seperti gambar, grafik, verbal, dan matematika (Rendiyansyah, 2013).

Menurut penelitian Badruzzaman, Kaniawati, & Utari (2015) dari 395 siswa yang menjadi sampel penelitian ditemukan bahwa 34% siswa berada pada tingkat konsisten untuk kategori konsistensi representasi, 29% cukup konsisten, dan 36% tidak konsisten. Sedangkan, untuk kategori konsistensi ilmiah ditemukan 13% siswa konsisten, 25% cukup konsisten, dan 62% tidak konsisten. Hasil tersebut menunjukkan bahwa, meskipun sudah memiliki

kemampuan dalam menggunakan representasi jamak, sebagian besar siswa masih belum memahami dengan benar konsep-konsep yang ada pada materi kinematika gerak lurus. Format representasi soal mempengaruhi respon jawaban siswa. Oleh karena itu, dibutuhkan model pembelajaran yang mendukung pendekatan representasi jamak.

Salah satu model pembelajaran yang cocok dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak yaitu model pembelajaran *problem based learning* (PBL). Model pembelajaran PBL adalah model pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan paham konstruktivisme, yang menggunakan masalah-masalah nyata di kehidupan sehari-hari siswa (autentik), sebagai titik awal untuk mengetahui pengetahuan baru (Arends, 2013; Purwandi, 2017). Dalam model pembelajaran PBL, fokus pembelajaran ada pada masalah yang dipilih, dan mempelajari konsep-konsep yang berhubungan dengan masalah yang dipilih sebagai upaya untuk memecahkan masalah tersebut (Arends, 2013).

Salah satu materi yang cocok digunakan dalam pengembangan bahan ajar LKS dengan pendekatan STEM berbasis representatif jamak yaitu materi medan magnet. Materi medan magnet merupakan materi yang bersifat abstrak dan banyak menjelaskan konsep-konsep kelistrikan yang sangat berguna dalam kehidupan nyata (Sihana, 2010). Sedangkan, materi induksi elektromagnetik merupakan materi listrik dan magnet yang mempelajari bagaimana membangkitkan arus listrik dengan menggunakan medan magnet (Wulandari, 2017). Banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tersebut. Pernyataan tersebut didukung oleh Purwanto dkk (2016) dan (Sihana, 2010) yang menyatakan bahwa materi medan magnet merupakan materi yang dianggap sulit oleh siswa karena materi tersebut bersifat abstrak dan menggunakan persamaan matematis. Hal tersebut, menyebabkan pemahaman siswa tentang konsep medan magnet masih rendah (Guisasola *et al.*, 2013; Thong & Gunstone, 2008; Sihana, 2010; Zuza *et al.*, 2014).

Dari uraian diatas, untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran pada masa mendatang maka penulis melakukan penelitian mengenai “Pengembangan LKS dengan Pendekatan STEM Berbasis Representasi Jamak Terintegrasi Pembelajaran Abad 21 Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Pemecahan Masalah Fisika”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dibutuhkan pengembangan pendekatan STEM berbasis representasi jamak untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika, untuk mengarahkan pengembangan tersebut maka dapat dirumuskan masalah penelitian :

1. Bagaimana LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak berorientasi pembelajaran Abad 21 yang valid dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah ?
2. Bagaimana LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak berorientasi pembelajaran Abad 21 yang praktis dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah ?
3. Bagaimana LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak yang efektif berorientasi pembelajaran Abad 21 dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah ?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak berorientasi pembelajaran Abad 21 yang valid dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah.
2. Mendeskripsikan LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak berorientasi pembelajaran Abad 21 yang praktis dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah .

3. Mendeskripsikan LKS yang dikembangkan dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak berorientasi pembelajaran Abad 21 yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi siswa, LKS dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21 diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika.
2. Bagi guru, LKS dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21 diharapkan dapat menjadi salah satu model pembelajaran yang membuat siswa menstimulus untuk berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika.
3. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan pengalaman dalam pengembangan produk sebagai sumber pembelajaran yang bervariasi. Selain itu, memberikan pengalaman dalam keterampilan meneliti dan memberikan wawasan ilmu pengetahuan terutama pada materi yang dikaji.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dibatasi dalam ruang lingkup sebagai berikut :

1. Representasi jamak yang dimaksudkan adalah merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik.
2. Materi yang digunakan yaitu materi fisika tentang medan magnet kurikulum 2013 kelas XII SMA.
3. Model pembelajaran yang digunakan yaitu *Problem Based Learning*.
4. Kevalidan produk ditinjau dari uji isi dan uji konstruk.
5. Kepraktisan produk ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik.
6. Keefektifan produk ditinjau dari ditinjau dari kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan pemecahan masalah siswa ditetapkan berdasarkan nilai N-Gain.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Kajian Teori**

#### **1. Deskripsi dan Permasalahan Pada Materi Medan Magnet**

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran dari sains yang perlu adanya pemahaman tingkat tinggi. Mata pelajaran fisika dianggap sulit oleh kebanyakan siswa. Pernyataan tersebut relevan dengan hasil observasi yang telah dilakukan peneliti, yaitu sebesar 80% siswa mengalami kesulitan dalam belajar fisika. Pembelajaran fisika tidak mungkin bisa dipahami dengan baik oleh siswa hanya dengan membaca dan mendengarkan ceramah saja. Kemungkinan kesalahan konsep akan selalu muncul. Siswa akan menyenangi fisika jika memahami konsep fisika dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, siswa harus memahami simbol maupun lambang yang ada dalam materi fisika karena setiap simbol dan lambing memiliki arti/makna yang berbeda.

Medan magnet merupakan salah satu materi kelas XII SMA yang penting untuk dikuasai dan di pahami dengan baik. Materi medan magnet dibahas mengenai, medan magnet dan gaya lorentz. Konsep medan magnet merupakan materi penting yang harus dikuasai siswa. Ada beberapa permasalahan dalam pembelajaran materi medan magnet , yaitu kesulitan dalam memahami konsep yang bersifat abstrak dan menerapkan dalam pemecahan masalah.

Kesulitan ini disebabkan konsep-konsep dasar tidak dipahami dengan baik dan guru kurang mengeksplorasi kemampuan siswa dalam memahami konsep, sedangkan pemahaman konsep mempunyai pengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah (Ersozlu & Yildirim, 2013). Kesulitan ini dapat dilihat dari kemampuan siswa dalam memahami konsep dan kemampuan pemecahan masalah yang berhubungan medan magnet dan induksi magnetik yang masih tergolong rendah, sehingga diperlukan sebuah perangkat pembelajaran yang mampu menjelaskan materi secara verbal.

Penjelasan secara verbal melalui teks yang telah dibuat akan menjadi lebih mudah dipahami jika penjelasan teks dilengkapi dengan gambar atau grafik yang bersesuaian dengan materi yang dapat dipenuhi dengan penggunaan representasi untuk mendukung pemahaman ketika mereka memecahkan masalah atau mempelajari konsep-konsep baru sangatlah penting (Heuvelen & Zou, 2001).

## **2. Bahan Ajar**

Bahan ajar sangat penting didalam proses pembelajaran karena bahan ajar menjadi salah satu yang menentukan ketercapaian kompetensi siswa. Proses pembelajaran dapat terhambat apabila bahan ajar yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan siswa dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Bahan ajar adalah segala bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis yang digunakan dalam proses belajar mengajar, dan disesuaikan dengan kebutuhan siswa dalam mencapai kompetensi akhir. Hal itu sesuai dengan pendapat Amri (2013), tentang bahan ajar yaitu segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu pendidik atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Bahan ajar harus sesuai dengan kurikulum, karakteristik sasaran, tuntutan pemecahan masalah.

Bahan ajar atau dapat dikatakan sebagai buku ajar terdapat penjelasan tentang tujuan instruksional, strukturnya berdasarkan kebutuhan siswa dan

kompetensi akhir yang harus dicapai mengakomodasi kesukaran siswa, mempunyai mekanisme untuk mengumpulkan umpan balik dari siswa (Widodo dan Jasmadi, 2008). Pemilihan dan pengembangan bahan ajar sangat diperlukan dalam menyiapkan suatu pembelajaran. Bahan ajar yang digunakan sebaiknya bersifat pedagogis dan disesuaikan dengan kurikulum serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Oleh karena itu, pendidik harus pandai menyeleksi bahan ajar yang sesuai dan relevan dengan tujuan pembelajaran.

Menurut Sudjana (2005) ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam menetapkan bahan pelajaran, yakni (1) bahan harus sesuai dan menunjang tercapainya tujuan; (2) bahan yang ditulis dalam perencanaan pembelajaran hanya garis besarnya saja; (3) menetapkan bahan pembelajaran harus sesuai dengan urutan tujuan. Artinya bahan yang ditulis pertama bersumber dari tujuan yang pertama, bahan yang ditulis kedua bersumber dari tujuan yang kedua; (4) urutan bahan hendaknya memperhatikan kesinambungan (kontinuitas).

### **3. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)***

Istilah STEM pertama kali dikenal tahun 1990-an. Pada waktu itu kantor NSF (National Science Foundation) Amerika Serikat menggunakan istilah SMET sebagai singkatan *Science, Mathematics, Engineering, and Thechnology*. Namun seorang pegawai NSF melaporkan bahwa SMET seperti SMUT dalam pengucapannya sehingga digantilah menjadi STEM. Jadi dalam konteks Indonesia STEM merujuk pada empat bidang ilmu pengetahuan yaitu, sains, teknologi, teknik, dan matematika. Sedangkan , pendidikan STEM merujuk kepada pengintegrasian konsep desain teknologi dan rekayasa dalam pengajaran dan pembelajaran sains/matematika di kurikulum sekolah.

Pendekatan STEM tidak hanya membekali siswa dalam pemahaman konsep saja, namun mampu menjawab kebutuhan SDM yang ada di Indonesia. Selain itu, pendekatan STEM juga dapat membentuk keterampilan siswa. Pemahaman konsep dalam suatu pembelajaran sangat

penting namun tidak hanya sebatas itu, tetapi siswa juga harus mampu menerapkan pemahaman konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Dewi, Kaniawati & Suwarma, 2018).

Program integrasi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran merupakan program pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu yang termuat dalam STEM yaitu Sains, Teknologi, Teknik atau rekayasa, dan Matematika (Laboy-Rush, 2010). Ritz dan Fan (2014) mengungkapkan bahwa penerapan STEM *education* telah berlangsung di beberapa negara, dan masing-masing memiliki bentuk beragam dalam hal penerapannya. Di Indonesia sendiri integrasi STEM sebagai pendekatan pembelajaran belum begitu populer.

STEM beberapa tahun terakhir ini sudah banyak diterapkan di beberapa negara seperti di Taiwan, peningkatan kurikulum 9 tahun mulai mengintegrasikan pembelajaran STEM yang membuat siswa berperan sebagai pusat kegiatan belajar (Lou dkk, 2011). Selain itu, negara Malaysia juga melakukan kerjasama dengan Amerika untuk meningkatkan kemampuan siswanya dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM sebagai salah satu persiapan untuk menghadapi persaingan Abad 21. Selanjutnya, penelitian tentang pendekatan pembelajaran STEM di Indonesia juga sudah dimulai beberapa tahun terakhir.

Pendekatan STEM dalam pembelajaran diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa melalui integrasi pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara sistematis. Beberapa manfaat dari pendekatan STEM membuat siswa mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik, inovator, inventors, mandiri, pemikir logis, dan literasi teknologi (Stohlmann, Moore & Rochrig, 2012).

Terdapat tiga model pendekatan pembelajaran dalam pendidikan STEM. Perbedaan antara masing-masing model terletak pada tingkat konten STEM yang dapat diterapkan. Tiga model pendekatan pendidikan STEM

yang sering digunakan adalah model pendekatan "silo" (terpisah), "tertanam" (*embedded*), dan pendekatan "terpadu" (terintegrasi).

- a. Pendekatan silo (terpisah) studi terkonsentrasi masing-masing individu memungkinkan peserta didik untuk mendapatkan lebih mendalam pemahaman tentang isi dari masing-masing mata pelajaran
- b. Pendekatan tertanam (*embedded*) lebih menekankan untuk mempertahankan integritas materi pelajaran, bukan fokus pada interdisiplin mata pelajaran.
- c. Pendidikan STEM terpadu (terintegrasi) bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara masing-masing bidang STEM pada pendekatan silo dan pendekatan tertanam (*embedded*), dan untuk mengajar peserta didik sebagai salah satu subjek (Breiner et al., 2012). Pendekatan terintegrasi berbeda dengan pendekatan tertanam dalam hal standar evaluasi dan menilai atau tujuan dari masing-masing daerah kurikulum yang telah dimasukkan dalam pelajaran (Sanders dkk, 2009).

Ketiga model pendekatan pendidikan STEM tersebut, dapat berfungsi untuk mempermudah dalam mengintegrasikan pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis padapembelajaran STEM, sehingga menjadi pembelajaran yang bermakna bagi siswa (Kelley and Knowles, 2016). Pembelajaran STEM dapat berhasil dengan menekankan beberapa aspek dalam proses pembelajaran di tunjukkan pada Tabel 2.1 (Afriana et al, 2016) :

Tabel 2.1 Indikator *Science, Technology, Engineering, Mathematics*  
(Afriana et al, 2016)

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematic</i>
Mengajukan Pertanyaan	Mendefinisikan masalah	Menjadi sadar akan jaringan sistem teknologi dimana masyarakat bergantung	Memahami masalahmasalah dan gigih dalam memecahkan masalah
Mengembangkan dan menggunakan model	Mengembangkan dan menggunakan model		Model dengan matematika
Merencanakan dan melakukan investigasi	Merencanakan dan melakukan investigasi	Belajar bagaimana menggunakan teknologi baru sebagaimana yang tersedia	Menggunakan alat- alat yang tepat secara strategis
Menganalisis dan Menginterpretasikan data	Menganalisis dan Menginterpretasikan data		Menghadirkan ketelitian dan Ketepatan
Menggunakan matematika dan berpikir komputasional	Menggunakan matematika dan berpikir komputasional	Mengenali bahwa teknologi memainkan peran dalam kemajuan sains dan teknologi	Memberi alasan secara abstrak dan kuantitatif
Membangun penjelasan	Mendesain solusi		Mencari dan memanfaatkan struktur
Memadukan argumen yang ada dari bukti- bukti	Memadukan argumen yang ada dari bukti-bukti	Membuat keputusan yang tepat terkait teknologi dan merelasikannya dengan masyarakat dan lingkungan	Membangun argumen yang layak dan mengkritisi alasan pihak lain
Mencari, mengevaluasi dan mengomunikasikan informasi	Mencari, mengevaluasi dan mengomunikasikan informasi		Mencari dan mengepresikan secara tepat dan beraturan dari alasan yang berulangulng

Pada penelitian ini menggunakan STEM dalam pengembangan produk pendidikan berupa LKS. Dengan pendekatan terpadu yang mengintegrasikan STEM dapat membangun siswa untuk memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna dengan cara menghubungkan disiplin pengetahuan dan keterampilan dengan pengalaman pribadi dan dunia nyata, sehingga siswa akan dapat memahami konsep materi dan mampu memecahkan masalah dalam pembelajaran. Berikut sistematik LKS dengan pendekatan STEM yang akan dikembangkan. Tabel 2.2

sistematika LKS dengan pendekatan STEM yang akan dikembangkan oleh peneliti:

Tabel 2.2 Sistematika LKS dengan Pendekatan STEM

<b>Lembar Kerja Siswa</b>	<b>STEM</b>
Judul Bab	Science: Materi yang disediakan pada LKS yaitu materi medan magnet
Tujuan dan indikator	
Penerapan materi dengan menggunakan media yang meliputi : gambar, video, formula, simulasi, pemaparan materi dan contoh soal	<p><i>Science</i>: Materi yang disediakan pada LKS yaitu materi sains</p> <p><i>Technology</i>: berbagai macam media yang digunakan untuk membantu penerapan materi</p> <p><i>Mathematics</i>: Formula matematika pada penerapan materi</p>
Pembuatan produk/ alat praktikum	<p><i>Technology</i>: Hasil alat praktikum atau produk yang dibuat</p> <p><i>Engeneering</i>: Proses pembuatan alat praktikum atau produk</p>
Pembuatan laporan	<p>Sains: materi yang disediakan pada LKS merupakan materi sains</p> <p><i>Mathematics</i>: menghitung dan menganalisis hasil pembuatan alat praktikum atau produk sesuai dengan materi</p>
Latihan interaktif	Sains dan <i>Mathematics</i> : latihan yang disediakan materi sains dan beberapa menggunakan formula <i>mathmatics</i>
Referensi	

Syukri, dkk (2013) menyatakan bahwa terdapat lima tahapan yang harus dilakukan dalam pendekatan STEM, antara lain:

- a. Pengamatan (*Observation*) Siswa melakukan pengamatan terhadap lingkungan sekitarnya yang memiliki keterkaitan dengan konsep sains yang sedang dipelajari. Tujuannya yaitu agar siswa dapat memahami proses atau alasan suatu 15 fenomena atau permasalahan itu bisa terjadi. Pengamatan yang dilakukan dapat melalui pengamatan langsung

maupun terhadap sumber lain yang relevan seperti internet, web, artikel, buku dan sebagainya.

- b. Ide baru (*New idea*) Siswa diminta untuk mencari maupun memikirkan satu ide baru berdasarkan informasi yang telah diperoleh. Contohnya siswa memikirkan sebuah ide yang berbeda maupun memberikan inovasi baru pada produk yang telah ada. Langkah ini menuntut kemahiran siswa dalam menganalisis informasi yang ada.
- c. Inovasi (*Innovation*) Siswa diminta untuk memikirkan hal-hal yang harus dilakukan agar ide baru yang telah dihasilkan tersebut dapat diaplikasikan atau diterapkan dalam kehidupan. Siswa bekerja sama, mendiskusikan dan memaparkan hasil diskusi sehingga pada tahap ini diharapkan semua siswa pada masing-masing kelompok dapat berpartisipasi secara aktif dalam memberikan pendapat maupun
- d. Kreasi (*Creativity*) Tahap kreasi yaitu pelaksanaan semua pendapat dan saran hasil diskusi mengenai ide yang ingin diaplikasikan atau diterapkan. Tahap pelaksanaannya dapat diaplikasikan melalui sketsa, gambar, maupun miniatur.
- e. Nilai (*Value*) Nilai yang dimaksud adalah nilai dari ide baru yang telah dihasilkan siswa untuk diaplikasikan atau diterapkan dalam kehidupan.

California Departement of Education (2015) menyatakan bahwa dalam penerapannya pendidikan STEM meliputi kegiatan yang menghadirkan proses berpikir kritis, analisis, dan kolaborasi dengan mengintegrasikan proses dan konsep dalam konteks dunia nyata dari ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika. Khoiriyah (2018) menyatakan bahwa pembelajaran integratif STEM yang diterapkan dalam pembelajaran berbasis masalah dapat melatih siswa untuk berpikir kritis dan inovatif (Sari, Farida & Syazali, 2017) dalam memecahkan permasalahan pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Blackley, dkk (2018) mengkaji pengalaman belajar 291 siswa kelas 5 dan 6 Sekolah Dasar pada empat sekolah di Jakarta Utara. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan STEM dan melibatkan para siswa untuk

menggunakan keterampilan dan pengetahuan mereka tentang teknologi dan sains. Hasil penelitian menunjukkan pendekatan STEM sangat efektif dan siswa juga ditantang untuk bekerja secara kolaboratif dalam kelompok- kelompok yang dibimbing langsung oleh pendidik. Aplikasi pengetahuan dan keterampilan STEM sangat efektif untuk memenuhi tantangan Abad ke 21 seperti memiliki literasi sains yang mencakup pemecahan masalah, pemikiran kritis dan kreatif, kolaborasi, dan berkomunikasi.

Sukmana (2017) memaparkan beberapa manfaat pendekatan STEM dalam proses pembelajaran, antara lain:

- a. Memiliki isu dan masalah dunia nyata dalam hati para siswa sebagai generasi muda. Tujuannya untuk menumbuhkan rasa empati dan mengurangi tawuran.
- b. Secara aktif mengintegrasikan proses desain *engineering*.
- c. Membantu siswa melihat hubungan antara sains dan matematika melalui pengintegrasian konten yang ada.
- d. Memfasilitasi kolaborasi antar siswa, discourse, dan kepekaan.
- e. Mengundang atau merangsang untuk dimulainya lingkungan belajar yang mencari lebih dari satu solusi atas setiap masalah.
- f. Memahami bahwa kegagalan bagian dari proses dan menghargainya.

Integrasi dari pendekatan STEM akan membantu siswa dalam menganalisis dan memecahkan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan nyata, sehingga siswa siap untuk bekerja. Pengetahuan yang digunakan dalam memecahkan masalah tersebut merupakan definisi literasi sains. Literasi sains merupakan pengetahuan ilmiah yang dimiliki oleh individu khususnya siswa. Penggunaan pengetahuan itu untuk mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, menjelaskan fenomena ilmiah, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti (Ismail, Permanasari & Setiawan, 2016).

#### 4. Representasi Jamak

Pendekatan pembelajaran adalah konsep dasar yang mawadahi, menginspirasi, menguatkan, dan melatari metode pembelajaran dengan cakupan teoritis tertentu (Zubaedi, 2012). Dilihat dari pendekatannya, pendekatan pembelajaran terdapat dua jenis, yaitu: 1) pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada siswa (*student centered approach*), dan 2) pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada guru (*teacher centered approach*) (Suryani & Agung, 2012).

Para pakar dalam beberapa riset menekankan pelajar untuk dapat belajar menggunakan representasi dan membangun representasi dari konsep sains (Prain & Tytler, 2013). Mereka sepakat bahwa mempelajari konsep dan metode dalam sains memerlukan pemahaman dan secara konseptual berhubungan dengan bentuk-bentuk representasi. Sejumlah ahli yang tergabung dalam Physics Education Research (PER) Community memasukkan kemampuan representasi jamak sebagai satu dari tujuh kemampuan sains yang perlu dikembangkan siswa sebagai proses, prosedur dan metode penting untuk membangun pengetahuan dan memecahkan masalah (Etkina, 2006).

Waldrip, Prain & Carolina (2006) mengartikan representasi jamak sebagai kegiatan penyajian kembali konsep yang sama dalam berbagai bentuk, yang mencakup mode-mode representasi deskriptif (verbal, grafik, tabel), eksperimental, matematis, *figurative* (pictorial, analogi, dan metafora), kinestetik, visual dan/atau mode mode aksional-operasional. Banyak kelebihan yang didapat dari praktik ini.

Beberapa model representasi yang digunakan dalam menyampaikan suatu materi pembelajaran berdasarkan representasi jamak yaitu:

- 1) Representasi verbal. Representasi verbal atau bahasa adalah kemampuan menerjemahkan sifat-sifat yang diselidiki dan hubungannya dalam masalah ke dalam representasi verbal atau bahasa. Representasi ini merupakan representasi yang amat penting

dalam suatu representasi.

- 2) Representasi matematik. Representasi ini digunakan dalam rumus dan merupakan pengembangan dari representasi grafik, bar-charts, teks, dan diagram serta verbal. Lebih sering digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah atau contoh soal.
- 3) Representasi gambar. Representasi gambar adalah suatu cara menyajikan materi dengan menampilkan suatu gambar. Representasi ini juga banyak diminati oleh siswa dan sebagian dari mereka lebih cepat memahami suatu konsep materi dengan representasi ini. Seperti diungkapkan oleh Rosengrant, Etkin, & Heuvelen (2007):  
*More students prefer the problem statement to be represented with a picture than with word, graph or mathematical equations. However, this does not necessarily make them more successful in solving the problem.*
- 4) Representasi grafik. Representasi grafik adalah suatu penyajian gagasan yang dihubungkan dengan pemikiran tentang konteks spesifik ilmu IPA. Wittmann (2006), menambahkan bahwa representasi grafik digunakan untuk menguraikan beberapa bentuk perubahan konseptual seperti penambahan, air terjun kecil, perdagangan besar, dan konstruksi lengkap. Representasi ini juga digunakan untuk menerjemahkan masalah matematik dalam gambar atau grafik.
- 5) Representasi dengan simulasi komputer. Untuk beberapa masalah, representasi dengan animasi komputer dapat menerangkan situasi siswa dan membantu mereka memperagakan pemikiran nyata. Representasi ini lebih murah dibandingkan dengan menggunakan alat langsung yang biayanya lebih mahal.

Sejalan dengan Zhang (1997) bahwa diagram, grafik, dan gambar adalah beberapa jenis representasi jamak yang khas yang digunakan dalam banyak tugas kognitif seperti pemecahan masalah, penalaran, dan pengambilan keputusan. Kleinmuntz dan Schkade (1993) menunjukkan bahwa representasi yang berbeda (grafik, tabel, dan daftar) dari informasi yang sama dapat secara dramatis mengubah strategi pengambilan

keputusan. Zhang (1996) menyarankan bahwa semua grafik dapat dipelajari secara sistematis di bawah taksonomi representasional berdasarkan sifat-sifat representasi eksternal.

Sejalan dengan penelitian (Widianingtyas, Siswoyo & Bakri, 2015) yang dilaksanakan di SMAN 7 Bekasi dengan subjek penelitian siswa kelas X MIA Tahun Pelajaran 2014/2015 menyimpulkan bahwa pendekatan representasi jamak memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan kognitif yang diukur berdasarkan hasil belajar siswa serta dapat meningkatkan aktivitas guru dan siswa dalam proses pembelajaran. menunjukkan penggunaan berbagai representasi membantu siswa membentuk pengetahuan, menguasai konsep dan memecahkan masalah. Representasi jamak sangat berperan dalam proses menemukan jawaban dari permasalahan fisika sebagaimana tercakup dalam lima langkah pemecahan masalah yang digagas oleh Heller (Sujarwanto, Hidayat & Wartono, 2014). Tentu saja siswa harus terampil menggunakannya dalam proses penyelesaian masalah.

Kemampuan representasi jamak adalah kemampuan menginterpretasikan dan menerapkan berbagai representasi dalam menjelaskan konsep fisika maupun permasalahan dalam fisika (Kohl dan Noah, 2006). Etkina (2010) pernah membuat rubrik penilaian terhadap kemampuan merepresentasikan suatu permasalahan fisika oleh siswa ke dalam banyak cara. Terdapat empat kemampuan merepresentasikan informasi yaitu; kemampuan mengekstrak informasi, kemampuan membentuk representasi baru dari representasi sebelumnya, kemampuan mengevaluasi konsistensi dari representasi yang berbeda dan kemampuan menggunakan representasi dalam memecahkan masalah.

Penelitian terdahulu mengenai representasi jamak terkait dengan kemampuan penyelesaian atau pemecahan soal oleh siswa telah dilakukan oleh Sirait (2010) Hasil penelitian Judyanto, menyimpulkan bahwa sebanyak 97% siswa menggunakan representasi persamaan matematis dalam menyelesaikan permasalahan, siswa yang mampu membuat representasi gambar dan grafik ternyata mampu menyelesaikan dalam

bentuk persamaan matematis dengan benar. Heuvelen & Xueli (2001) melakukan penelitian mengenai penggunaan pendekatan representasi jamak dalam pembelajaran dalam topik usaha dan energi yang menyimpulkan bahwa pendekatan tersebut dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep usaha-energi dan dalam pemecahan masalah pada konsep tersebut.

Hal unik tentang bagaimana kefasihan representasi adalah bahwa menggabungkan tingkat ambang batas pada disiplin kemampuan dapat memberikan tingkat kenyamanan (kelancaran) dengan menggunakan berbagai representasi untuk tujuan tertentu dalam disiplin spesialisasi (Hill, Sharma, O'Byrne, & Aireyb, 2014.).

## **5. Model *Problem Based Learning* (PBL)**

### **a. Pengertian Model *Problem Based Learning* (PBL)**

Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran berbasis masalah dapat yang mengembangkan dan melatih kemampuan siswa untuk menyelesaikan masalah yang berorientasi pada masalah autentik dari kehidupan keseharian siswa siswa, sebagai untuk para peserta didik belajar berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah serta memperoleh pengetahuan (Shoimin, 2014; Duch, 1995).

Model PBL juga dapat diartikan sebagai pengembangan kurikulum dan sistem pengajaran yang mengembangkan secara stimulan strategi pemecahan masalah dan dasar-dasar pengetahuan dan keterampilan dengan menempatkan para siswa dalam peran aktif sebagai pemecah permasalahan sehari-hari yang tidak terstruktur dengan baik (Shoimin, 2014; Frinkle & Torp, 1995). Dari beberapa definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran PBL merupakan pendekatan pembelajaran yang menerapkan masalah yang terjadi dalam dunia nyata atau masalah dalam kehidupan sehari-hari sebagai sebuah konteks bagi para siswa dalam berlatih bagaimana cara berpikir kritis dan mendapatkan keterampilan dalam pemecahan masalah, serta tak

terlupakan untuk mendapatkan pengetahuan sekaligus konsep yang penting dari materi ajar yang dibicarakan.

### b. Sintaks Model *Problem Based Learning* (PBL)

Menurut Arends (2009) mengemukakan sintaks PBL dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sintaks Model PBL

Tahap	Kegiatan Pendidik
Tahap 1. Melakukan orientasi masalah kepada siswa	Pendidik menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik (bahan dan alat) apa yang dibutuhkan bagi penyelesaian masalah, sertamemotivasi siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah yang dipilih
Tahap 2: Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Pendidik membagi LKS pada siswa untuk membahas pembelajaran untuk membahas LKS dengan pendekatan STEM
Tahap 3: Membimbing kelompok investigasi	Pendidik membimbing siswa dalam mengerjakan LKS dan memberikan scaffolding kepada siswa yang mengalami kesulitan dalam mengerjakan LKS, membimbing siswa dalam memberi penjelasan kepada siswa lebih lanjut menggunakan strategi dan membuat kesimpulan.
Tahap 4: Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Pendidik membantu siswa dalam menyampaikan hasil diskusi kelompok sesuai dengan permasalahan yang ada di LKS.
Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Pendidik membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap hasil diskusi, percobaan atau pengamatan, serta proses-proses pembelajaran sesuai yang ada di LKS.

### c. Kelebihan dan kekurangan pembelajaran PBL

Shoimin (2014:132) berpendapat bahwa kelebihan model *problem based learning* diantaranya:

- 1) Siswa didorong untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah dalam situasi nyata.
- 2) Siswa memiliki kemampuan membangun pengetahuannya sendiri melalui aktivitas belajar.

- 3) Pembelajaran berfokus pada masalah sehingga materi yang tidak ada hubungannya tidak perlu dipelajari oleh siswa. Hal ini mengurangi beban siswa dengan menghafal atau menyimpan informasi.
- 4) Terjadi aktivitas ilmiah pada siswa melalui kerja kelompok.
- 5) Siswa terbiasa menggunakan sumber-sumber pengetahuan, baik dari perpustakaan, internet, wawancara, dan observasi.
- 6) Siswa memiliki kemampuan menilai kemajuan belajarnya sendiri.
- 7) Siswa memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi ilmiah dalam kegiatan diskusi atau presentasi hasil pekerjaan mereka.
- 8) Kesulitan belajar siswa secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok dalam bentuk *peer teaching*.

Shoimin (2014) berpendapat bahwa selain memiliki kelebihan, model *problem based learning* juga memiliki kelemahan, diantaranya sebagai berikut:

- 1) PBL tidak dapat diterapkan untuk setiap materi pelajaran, ada bagian guru berperan aktif dalam menyajikan materi. PBM lebih cocok untuk pembelajaran yang menuntut kemampuan tertentu yang kaitannya dengan pemecahan masalah.
- 2) Dalam suatu kelas yang memiliki tingkat keragaman siswa yang tinggi akan terjadi kesulitan dalam pembagian tugas.

## **6. Pembelajaran Abad 21**

Dunia pendidikan saat ini menghadapi masalah berupa lemahnya pelaksanaan proses pembelajaran yang diterapkan guru di sekolah. Selama ini proses pembelajaran yang terjadi kurang mampu mengembangkan kemampuan berpikir siswa (Susanto, 2013). Sedangkan tuntutan Abad 21 mengharuskan guru menyiapkan pembelajaran Abad 21 agar dapat mencetak generasi yang mampu bersaing di era globalisasi. Sajidan & Afandi (2017) menyatakan bahwa dalam pembelajaran Abad 21, bukan hanya pengetahuan yang diperoleh tetapi juga harus diperoleh suatu keterampilan. Keterampilan yang harus

dikuasai oleh siswa dalam pembelajaran Abad 21 yaitu 4C meliputi *Creative, Critical Thinking, Communicative, dan Collaborative* (Perta, Ansori, & Karyadi, 2017). Menurut Zubaidah (2017) bahwa pencapaian keterampilan abad 21 dapat dilakukan dengan memperbarui kualitas pembelajaran, membantu dan mengembangkan partisipasi siswa, menyesuaikan personalisasi belajar, menekankan pembelajaran berbasis masalah, mendorong siswa untuk kerjasama dan berkomunikasi, meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, serta membudayakan inovasi dan kreativitas siswa dalam belajar sehingga pembelajaran akan berpusat pada siswa dengan adanya bimbingan maupun pengawasan dari pendidik

Pendidikan saat ini menghadapi tantangan baru, yaitu bagaimana menyiapkan sumber daya manusia yang memiliki keterampilan abad 21. Oleh karenanya, sistem pendidikan harus diorientasikan pada pembekalan dan pengembangan keterampilan abad 21 siswa. Keterampilan abad 21 dikelompokkan ke dalam empat kelompok, yaitu *ways of thinking, ways of working, tools for working, dan living in the world* (Binkley dkk, 2012).

Pembelajaran fisika di sekolah memiliki peran sentral dalam membekalkan keterampilan abad 21 siswa. Tujuan pembelajaran fisika yang tertuang di dalam konsep Kurikulum 2013 ialah menguasai konsep dan prinsip fisika, memiliki keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan, serta sebagai bekal untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan IPTEK (Abidin, 2014).

Pembekalan dan pengembangan keterampilan abad 21 pada pembelajaran fisika potensial dilakukan melalui aktivitas laboratorium dalam bentuk kegiatan praktikum. Banyak keterampilan yang dapat dibekalkan dan dikembangkan melalui kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dapat melatih keterampilan menerapkan metode ilmiah, keterampilan inkuiri, keterampilan proses sains, keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, berpikir kreatif, mengambil keputusan, keterampilan kolaborasi, komunikasi, interaksi sosial, dan literasi ICT (Deacon & Hajek, 2010).

Hadirnya kurikulum 2013 merupakan upaya yang telah dilakukan pemerintah untuk mengembangkan pendidikan di Indonesia, mengingat persaingan di Abad 21 yang menuntut sumber daya manusia yang kompeten dalam sains, teknologi, desain teknik dan matematika, sehingga diharapkan pendidikan dapat mengintegrasikan empat disiplin ilmu (Milaturrahmah, Mardiyana & Pramudya, 2017). Kurikulum 2013 merupakan kurikulum baru yang mulai diterapkan pada tahun pelajaran 2013/2014. Kurikulum 2013 menekankan pada dimensi pedagogik modern dalam pembelajaran, yaitu menggunakan pendekatan ilmiah (Amri, 2013). Pelaksanaan Kurikulum 2013 menuntut pendidik untuk memiliki kemampuan menguasai konsep esensial dan kemampuan pedagogik. Pendidik kedepannya dituntut tidak hanya cerdas tetapi juga adaptif terhadap perubahan. Pendidik memiliki peran yang besar dalam mengimplementasikan proses pembelajaran pada Kurikulum 2013 (Widyasmoro, 2015). Namun, pada kenyataannya pendidik masih mengalami kesulitan pada pembelajaran baik dalam melakukan perencanaan, pelaksanaan, maupun penilaian pembelajaran (Mulyasa, 2013).

## **7. Pembelajaran *Online* ((*Blended Learning*))**

*Blended learning* merupakan program pendidikan formal yang memungkinkan siswa belajar (paling tidak sebagian) melalui konten dan petunjuk yang disampaikan secara daring (*online*) dengan kendali mandiri terhadap waktu, tempat, urutan, maupun kecepatan belajar (Staker, 2012). Dengan kata lain, pembelajaran campuran atau *blended learning* merupakan perpaduan pembelajaran kelas tradisional dengan pembelajaran berbasis teknologi (*modern*). Pendapat senada juga diungkapkan oleh Annisa (2014) yang menyatakan bahwa *blended learning* merupakan suatu sistem belajar yang memadukan antara belajar secara *face to face* (bertatap muka/klasikal) dengan belajar secara online (melalui penggunaan fasilitas/media internet).

Berdasarkan paparan para ahli diatas, dapat didefinisikan *blended learning* merupakan sebuah strategi belajar mengajar yang bertujuan untuk

mencapai tujuan pembelajaran dengan cara memadukan pembelajaran berbasis kelas/ tatap muka dengan pembelajaran berbasis teknologi dan informasi yang dilakukan secara daring (*online*).

Carman, (2005) mengungkapkan bahwa terdapat lima kunci untuk melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan *blended learning*:

a. *Live Event*

Pembelajaran langsung atau tatap muka (*instructor-led instruction*) secara sinkronous dalam waktu dan tempat yang sama (*classroom*) ataupun waktu sama tapi tempat berbeda (*virtual classroom*). Bagi beberapa orang tertentu, pola pembelajaran langsung seperti ini masih menjadi pola utama.

b. *Self-Paced Learning*

*Self-Paced Learning* yaitu mengkombinasikan dengan pembelajaran mandiri (*self-paced learning*) yang memungkinkan siswa belajar kapan saja, dimana saja dengan menggunakan berbagai konten (bahan belajar) yang dirancang khusus untuk belajar mandiri baik yang bersifat *text-based* maupun *multimedia based* (video, animasi, simulasi, gambar, audio, atau kombinasi dari kesemuanya).

c. *Collaboration*

Mengkombinasikan pendidik dan siswa untuk bisa lintas sekolah. Dengan demikian, perancang *blended learning* harus dapat mengkombinasikan bentuk-bentuk kolaborasi, baik kolaborasi antar teman sejawat atau kolaborasi antar siswa dan pendidik melalui media komunikasi yang memungkinkan seperti *chatroom*, *forum diskusi*, *email*, *website/webblog*, dan *mobile phone*.

d. *Assesment*

Dalam *blended learning*, perancang harus mampu mengkombinasikan jenis penilaian baik yang bersifat tes maupun non-tes, atau tes yang lebih bersifat otentik (*authentic bahan ajar/portfolio*). Disamping itu, juga perlu mempertimbangkan ramuan antara bentuk-bentuk *assessmen online* dan *assessmen offline*. Hal tersebut ertujuan untuk

dapat memberikan kemudahan dan fleksibilitas siswa dalam mengikuti pembelajaran.

e. *Performance Support Materials*

Jika kita ingin mengkombinasikan antara pembelajaran tatap muka dalam kelas dan tatap muka virtual, perhatikan sumber daya untuk mendukung hal tersebut siap atau tidak serta ada atau tidak. Bahan belajar disiapkan dalam bentuk digital, apakah bahan belajar tersebut dapat diakses oleh siswa baik secara offline (dalam bentuk CD, MP3 dan DVD) maupun secara online. Jika pembelajaran dibantu dengan suatu *Learning/Content Management System* (LCMS), pastikan juga bahwa aplikasi sistem ini telah terinstal dengan baik dan mudah diakses.

## 8. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skill* atau HOTS) adalah kemampuan dalam memahami dan menemukan solusi terhadap suatu permasalahan dengan cara yang bervariasi (berbeda) dengan yang biasanya (divergen) dari sudut pandang berbeda sesuai kemampuan setiap siswa (Fitriani & Windayana, 2015). HOTS merupakan keterampilan lebih dari sekadar mengingat, memahami dan mengaplikasikan pengetahuan siswa juga ditantang untuk menafsirkan, menganalisis atau memanipulasi informasi yang memungkinkan siswa dapat menemukan solusi dari permasalahan pembelajaran bahkan dunia nyata (Ramos, Dolipas & Villamor, 2013).

Terkait dengan isu perkembangan pendidikan di tingkat internasional, Kurikulum 2013 dirancang dengan berbagai penyempurnaan. Penyempurnaan antara lain dilakukan pada standar isi yaitu dengan mengurangi materi yang tidak relevan serta pendalaman dan perluasan materi yang relevan bagi peserta didik serta diperkaya dengan kebutuhan peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis sesuai dengan standar internasional. Penilaian hasil belajar diharapkan dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills* atau HOTS), karena berpikir tingkat tinggi dapat

mendorong peserta didik untuk berpikir secara luas dan mendalam tentang materi pelajaran (Widana, 2017).

Proses berpikir tingkat tinggi (HOTS) adalah proses berpikir yang mengharuskan murid untuk memanipulasi informasi dan ide-ide dalam cara tertentu yang memberi mereka pengertian dan implikasi baru (Gunawan, 2003). Contohnya adalah saat mensintesis, melakukan generalisasi, menjelaskan, melakukan hipotesis dan analisis, dan akhirnya murid sampai pada suatu kesimpulan.

Tujuan utama HOTS adalah bagaimana meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik pada level yang lebih tinggi, terutama yang berkaitan dengan kemampuan untuk berpikir secara kritis dalam menerima berbagai jenis informasi, berpikir kreatif dalam memecahkan suatu masalah menggunakan pengetahuan yang dimiliki serta membuat keputusan dalam situasi-situasi yang kompleks (Agustina & Saputra, 2016).

HOTS merupakan suatu proses internal yang terjadi di dalam diri seseorang yang ditandai oleh beberapa karakteristik sebagai berikut: (1) Melibatkan lebih dari satu jawaban benar; (2) Berbicara tentang tingkat pemahaman; (3) Ditandai dengan tugas yang kompleks; dan (4) Bebas konten dan sekaligus content-related. Pembelajaran dengan standar HOTS dapat tercapai melalui pembelajaran yang kontekstual dan bermakna bagi peserta didik. Selain itu HOTS dibagi atas berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan (Subadar, 2017).

Revisi taksonomi bloom yang dilakukan oleh Anderson dan Krathwohl lebih berfokus pada bagaimana domain kognitif lebih hidup dan aplikatif bagi pendidik dan praktik pembelajaran yang diharapkan dapat membantu pendidik dalam mengolah dan merumuskan tujuan pembelajaran dan strategi penilaian yang efisien.

Krathwohl (2002) menyatakan bahwa indikator untuk mengukur HOTS meliputi menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6).

Perspektif dua dimensi Anderson & Krathwohl untuk kemampuan berpikir

tingkat tinggi dan klasifikasi kata kerja operasionalnya dapat digambarkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Dimensi Revisi Taksonomi Bloom dan Contoh Kata Kerja Operasional Untuk Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

<b>Dimensi Pengetahuan (<i>The Knowledge Dimension</i>)</b>	<b>Dimensi Proses Kognisi (<i>The Cognitive Process Dimension</i>)</b>		
	C4 Analisis ( <i>analyze</i> )	C5 Penilaian ( <i>evaluate</i> )	C6 Penciptaan ( <i>create</i> )
Pengetahuan Faktual (PF)	C4 PF Membuat urutan, mengelompokkan	C5 PF Membandingkan, menghubungkan	C6 PF Menggabungkan
Pengetahuan Konseptual (PK)	C4 PK Menjelaskan, menganalisis	C5 PK Mengkaji, menafsirkan	C6 PK Merencanakan
Pengetahuan Prosedural (PP)	C4 PP Membedakan	C5 PP Menyimpulkan, meringkas	C6 PP Menyusun, memformulasikan
Pengetahuan Meta-Kognisi (PM)	C4 PM Mewujudkan, menemukan	C5 PM Membuat, menilai	C6 PM Merealisasikan

Pada penelitian ini peneliti menggunakan indikator HOTS dari Anderson & Krathwohl (2002). Menurut Lewy, Zulkardi, Nyimas (2009), dalam *A revision of Bloom's Taxonomy: an overview – Theory Into Practice* menjelaskan bahwa indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi:

#### 1. Menganalisis

- a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya
- b) Mampu mengenali serta membedakan factor penyebab dan akibat dari sebuah scenario yang rumit
- c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan

#### 2. Mengevaluasi

- a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok

atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya

- b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian
- c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan

### 3. Mengkreasi

- a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu
- b) Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah
- c) Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya

## 9. Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika

Pembelajaran Fisika di kelas masih menghadapi beberapa masalah. Pembelajaran yang masih menggunakan metode tradisional dan tidak kontekstual. Menurut Oon Sen Tan (Heni & Prima, 2011), ketika siswa mempelajari sesuatu dan diberikan masalah, hal tersebut memberikan siswa tantangan untuk berpikir lebih dalam. Kemampuan pemecahan masalah meliputi 4 aspek, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan evaluasi (Polya, 1973).

Kemampuan pemecahan masalah pada abad 21 dipandang perlu dimiliki siswa untuk melahirkan solusi kreatif dan inovatif dalam menghadapi permasalahan dunia saat ini (*The Partnership for 21st Century skills*, 2009). Fakta menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah fisika di Indonesia masih rendah. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Purwanti, S., (2016), Azizah, Yuliati & Latifah, (2015), Datur, Yuliati & Mufti, (2017). Tujuan pembelajaran fisika yaitu menciptakan manusia yang dapat memecahkan masalah kompleks dengan cara menerapkan pengetahuan dan pemahaman siswa pada situasi sehari-hari.

Kemampuan pemecahan masalah merujuk pada serangkaian kegiatan kognitif yang terlibat dalam proses pemecahan masalah dengan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang tujuan pembelajaran.

Pemecahan masalah merupakan keterampilan kognitif yang bersifat kompleks, dan mungkin merupakan kemampuan paling cerdas yang dimiliki manusia. Hal ini mengingat ketika memecahkan masalah, seorang individu harus berpikir kritis dan berpikir kreatif untuk dapat menyelesaikan masalah tersebut, berikut beberapa fungsi kognitif yang terlibat dalam pemecahan masalah:

- a. Menumbuhkan berpikir cepat tentang karakteristik dari sebuah obyek atau situasi
- b. Mampu mengklasifikasi obyek atau ide
- c. Membentuk atau menyusun hubungan antar obyek atau ide
- d. Mampu berpikir tentang berbagai kemungkinan hasilnya
- e. Mampu membuat daftar karakteristik dari tujuan dan menghasilkan solusi yang logis (Patnani, 2013).

Tabel 2.5 Langkah Kemampuan Pemecahan Masalah Menurut Para Ahli

Acuan Fisika	Acuan Umum		Acuan Fisika	
(Reif 1995)	(Dewey 1910; Lee and Fensham 1996)	(Polya 2004)	(Savage and William, 1990)	(Heller and Heller 2010)
<b>Menganalisis Masalah</b> ( <i>analyze the problem</i> )	Menyadari adanya keraguan atau kesulitan ( <i>a state of doubt or awareness of difficulty</i> )  Mengidentifikasi masalah ( <i>an attempt to identify the problem</i> )	Memahami masalah ( <i>understanding the problem</i> )	Menampilkan model	Fokus pada masalah ( <i>focus on the problem</i> )  Menjelaskan berdasarkan fisika ( <i>describe the physics</i> )
<b>Menyusun Solusi</b> ( <i>Construct a Solution</i> )	Mengubah proposisi permasalahan ke dalam proposisi penyelesaian masalah atau Merumuskan hipotesis. ( <i>transforming problem setting propositions into problem-solving propositions or hypotheses</i> )  Menguji hipotesis berturut-turut dan reformulasi masalah yang diperlukan ( <i>successive testing of</i>	Menyusun rencana ( <i>Devising a Plan</i> )	Menganalisis model	Merencanakan solusi ( <i>Plan a Solution</i> )
		Melaksanakan rencana ( <i>Carrying out the Plan</i> )	Menafsir dan memvalidasi	Melaksanakan rencana ( <i>Execute the Plan</i> )

	<i>hypotheses and reformulation of the problem as necessary)</i>		
<b>Memeriksa dan merevisi (Check and Revise)</b>	Mengevaluasi/memilih solusi terbaik dan menerapkannya <i>(understanding the successfull solution and applying it both to the problem at hand and other exemplars of the problem)</i>	Memeriksa kembali <i>(Looking Back)</i>	Mengevaluasi solusi <i>(Evaluate the Answer)</i>

Dalam penelitian ini indikator pemecahan masalah menggunakan indikator yang digunakan oleh Savage & William Tahapan-tahapan pemecahan masalah yang digunakan oleh Savage & Williams mirip dengan tahapan-tahapan kemampuan pemecahan masalah yang digunakan oleh Mestre. Langkah-langkah dan indikator pemecahan masalah menurut Savage dan William, 1990 disajikan pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.6.** Langkah-Langkah dan Indikator Pemecahan Masalah Menurut Savage dan William, 1990

No	Langkah-langkah Pemecahan Masalah	Indikator
1	Menampilkan model	a. Menampilkan gambar sesuai dengan masalah. b. Menjabarkan variabel-variabel yang diketahui baik dalam bentuk gambar, grafik maupun uraian.
2	Menganalisis model	a. Menganalisis masalah b. Mengkaji rumus-rumus yang akan digunakan c. Menyelesaikan masalah secara berurutan
3	Menafsir dan memvalidasi	a. Menafsir dan memvalidasi b. Membuat interpretasi atau kesimpulan

Mengacu pada pendapat-pendapat di atas, pemecahan masalah dapat dilihat dari berbagai pengertian merupakan upaya mencari jalan keluar yang dilakukan dalam mencapai tujuan pemecahan masalah.

## 10. Teori belajar yang mendukung pengembangan produk

Teori belajar dan model pembelajaran yang mendasari dalam penelitian pengembangan ini antara lain:

a. Teori Pembelajaran Berbasis Masalah

Keterlibatan peserta didik dalam suatu pemecahan masalah juga banyak diterapkan dalam pembelajaran dan merupakan inti dari sistem yang konsepsi pembelajaran sebagai proses terpadu pada pengembangan kognitif, metakognitif, dan pribadi (Newman, 2005). Secara tradisional, para peneliti telah merekomendasikan bahwa teman sebaya dikelompokkan heterogen dengan daripada homogen; pengelompokan teman sebaya yang heterogen mendorong kolaborasi antar pribadi dengan memberikan suasana di mana siswa dari tingkat kemampuan tinggi dan rendah dapat berbagi pengalaman yang beragam dan berbagai sudut pandang (Brophy, 2004; Singhanayok & Hooper, 1998). Barrows (2004) berpendapat bahwa perkembangan yang terjadi berpusat pada siswa, berbasis masalah, berbasis inkuiri, terintegrasi, kolaboratif, dan terjadi reiterative belajar.

Kelompok kecil menurut Benson, Noesgaard, & Young (2001) merupakan bagian integral dari pendekatan berbasis masalah, yang digunakan secara sadar dan berhati-hati untuk mencapai hasil pembelajaran. Kelompok kecil yang terbentuk merupakan kelompok dari individu yang heterogen. Sehingga, setiap peserta didik bertanggung jawab atas proses pembelajaran terhadap fungsinya sebagai anggota kelompok (Newman, 2005) dan mengambil peran pendidik dalam lingkungan yang mendukung membantu peserta didik untuk berlatih dan mengembangkan keterampilan mereka (Benson, Noesgaard, & Young, 2001).

b. Dual Coding Theory

Perkembangan pesat dalam bidang ICT telah mengubah kaidah pengajaran dan pembelajaran, khususnya di sekolah menengah (Nachiappan, 2013). Paivio (1990) menyebutkan bahwa seseorang mempunyai dua sistem yang berbeda untuk representasikan secara simbolik dalam kemampuan kognitifnya yang mengutamakan informasi verbal dan bukan verbal. Lebih lanjut menurut Nachiappan (2013) teori dual coding memiliki potensi untuk mengajukan

pemrosesan informasi melalui visual dan verbal yang keduanya digunakan untuk mengorganisasikan informasi yang diterima melalui proses kognitif untuk dijadikan sebagai pengetahuan yang dapat disimpan dan digunakan sebagai tujuan penyelesaian masalah. Nachiappan (2013) juga menjelaskan, sistem verbal merupakan hal yang dominan dalam pemrosesan dan pengumpulan informasi secara linguistik seperti kalimat, bacaan dan sebagainya. Sedangkan sistem visual menekankan pada pemrosesan dan pengumpulan informasi dalam bentuk gambar. Pembelajaran merupakan suatu proses di mana informasi diterima, diproses, dilakukan pengkodean, disimpan dan dicapai dalam tujuan pembelajaran (Dwyer & Lin, 2004). Sistem verbal dan visual ini dapat meningkatkan kekuatan memori yang merupakan strategi yang memberikan kesan mendalam bagi peserta didik, menyimpan dan menggali informasi yang diperoleh selama proses pembelajaran (Mayer 2001; Paivio, 1986). Gabungan informasi verbal dan visual dapat mempermudah penyampaian sesuai dengan tujuan pembelajaran secara jelas dan langsung kepada peserta didik (Rieber & Kini, 1991). Animasi dan gambar yang digunakan dalam proses penyampaian pembelajaran mampu memberikan kesan menarik, meningkatkan motivasi, memberi gambaran secara dinamis dan menjadi ilustrasi penghubung antara sistem dan prosedur secara lebih jelas (Dwyer & Lin, 2004; Gitterman, 1992). Teori dual coding ini dapat mengurangi tahap pemahaman yang abstrak dan menjadi penghubung pada pencapaian tujuan pembelajaran yang lebih baik.

**c. Teori Konstruktivisme**

Menerapkan teori belajar konstruktivis dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan keaktifan sehingga berpengaruh terhadap hasil belajar siswa (Nogroho & Nugroho, 2016). Konstruktivisme adalah sintesis dari berbagai teori yang tersebar dalam satu bentuk, merupakan asimilasi dari teori behavioristik dan teori belajar kognitif. Sikap konstruktivisme menyatakan bahwa belajar adalah proses membangun makna dan merupakan cara peserta didik merasakan pengalaman mereka

(Merriam & Caffarella, 1999). Mvududu & Thiel-Burgess (2012) juga menyatakan bahwa konstruktivisme secara luas disebut sebagai pendekatan untuk menyelidiki tingkat pemahaman peserta didik untuk menunjukkan bahwa pemahaman itu dapat meningkat dan berubah ke pemikiran tingkat yang lebih tinggi. Konstruktivisme mengacu pada bagaimana belajar dan berpikir, menggambarkan cara peserta didik dapat memahami materi serta bagaimana materi dapat diajarkan secara efektif (Amineh & Davatgari, 2015). Lebih lanjut dikatakan konstruktivisme sebagai teori pendidikan, para pendidik harus pertimbangkan apa yang siswa ketahui dan izinkan siswa mereka untuk mempraktekkan pengetahuan mereka. Piaget (1977) menegaskan bahwa dalam pembelajaran tidak belangsung secara pasif, melainkan terjadi dengan konstruksi makna yang aktif. Selanjutnya ia menjelaskan bahwa ketika kita, sebagai peserta didik, mengalami pengalaman atau situasi yang menantang cara kita berpikir, keadaan tidak seimbang atau ketidakseimbangan diciptakan, sehingga kita harus mengubah pemikiran untuk mengembalikan keseimbangan.

**d. Teori Pembelajaran bermakna Ausubel**

Pembelajaran bermakna menurut Rahman (2013) merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang, meliputi fakta, konsep, dan generalisasi yang telah dipelajari dan diingat peserta didik. Menurut Ausubel (Burhanuddin dkk, 1996) faktor utama yang berpengaruh terhadap pembelajaran bermakna adalah struktur kognitif yang telah ada, stabilitas dan kejelasan pengetahuan dalam satu bidang studi dan pada waktu tertentu. Sifat dari struktur kognitif menentukan validitas dan kejelasan yang timbul pada waktu informasi baru diperoleh dan masuk ke dalam struktur kognitif, demikian pula dengan sifat proses interaksi yang terjadi. Hal itu merupakan konstruksi pengetahuan dimulai dengan pengamatan dan pengakuan kita atas peristiwa dan objek melalui konsep yang sudah kita miliki.

Menurut Ausubel dan Novak (Burhanuddin dkk, 1996: 115) ada tiga kebaikan belajar bermakna, yaitu: 1) Informasi yang dipelajari secara bermakna lebih lama diingat, 2) Informasi baru yang telah dikaitkan dengan konsep-konsep relevan sebelumnya dapat meningkatkan konsep yang telah dikuasai sebelumnya sehingga memudahkan proses belajar mengajar berikutnya untuk memberi pelajaran yang mirip, 3) Informasi yang pernah dilupakan setelah pernah dikuasai sebelumnya masih meninggalkan bekas sehingga memudahkan proses belajar mengajar untuk materi pelajaran yang mirip walaupun telah lupa. Prasyarat agar belajar menerima menjadi bermakna menurut Ausubel, yaitu: 1) Belajar menerima yang bermakna hanya akan terjadi apabila peserta didik memiliki strategi belajar bermakna 2) Tugas-tugas belajar yang diberikan kepada siswa harus sesuai dengan pengetahuan yang telah dimiliki siswa. 3) Tugas-tugas belajar yang diberikan harus sesuai dengan tahap perkembangan intelektual peserta didik.

## B. Penelitian Relevan

Tabel 2.7 Penelitian Relevan

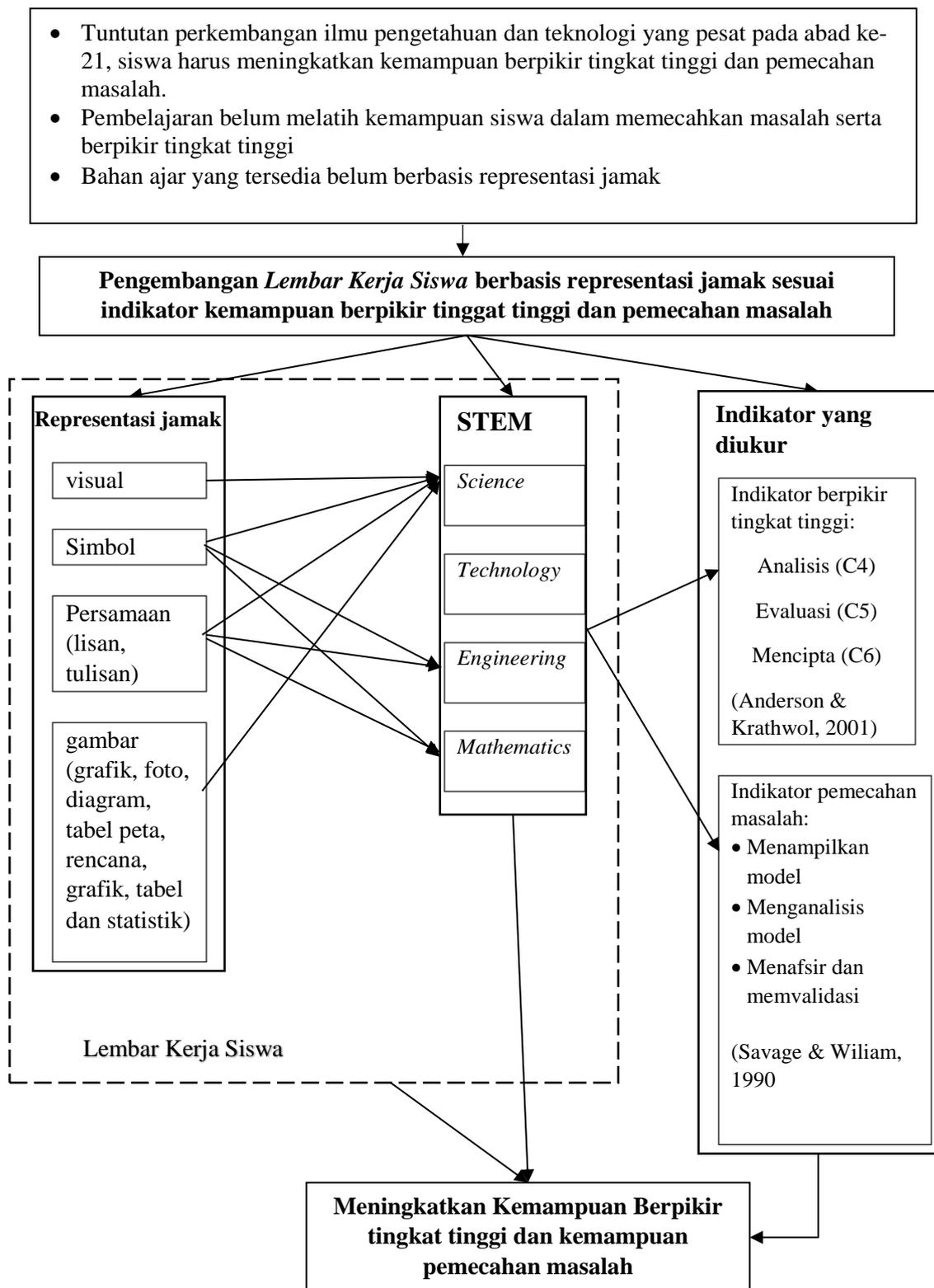
No.	Peneliti	Hasil Penelitian Relevan	Persamaan	Perbedaan
1.	Mulyani dkk, 2018	LKS berbasis representasi jamak materi pewarisansifat efektif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan <i>effect size</i> berkategori "Large"	Berbasis representasi jamak	Menggunakan model <i>Discovery Learning</i>  -
2.	Lestari, Astuti dan Darsono, 2018	Pembelajaran dengan menggunakan LKS dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa	Menggunakan pendekatan STEM	Menggunakan model CTL
3.	Zainal, Mustofa dan Mimien, 2016	Pembelajaran PBL melalui pendekatan kontekstual berbasis LS, dapat meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi Uji t yang masing-masing	Menggunakan model PBL  -	Menggunakan pendekatan kontekstual berbasis LS

		memiliki nilai signifikansi 0,000 (sig. <0,01).		
4.	Islamiyah, Yasa dan Rachmawati, 2018	Pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa	Menggunakan STEM	Menggunakan model inkuiri terbimbing
Kebaruan Penelitian		Pengembangan LKS Dengan Pendekatan STEM Berbasis Representasi Jamak Terintegrasi Pembelajaran Abad 21		

### C. Kerangka Berpikir

Sebelum mendesain penelitian dilakukan kajian teoritis dan empiris dipandang perlu untuk menggunakan bahan ajar – media berupa LKS untuk meningkatkan kemampuan HOTS dan Pemecahan Masalah. Setelah produk selesai dilakukan uji ahli lalu uji lapangan dengan mengambil 2 kelompok, kelompok A menggunakan LKS berbasis STEM sedangkan kelompok B menggunakan LKS tidak berbasis STEM.

Ketika pelaksanaan proses pembelajaran menggunakan Lembar Kerja Siswa, siswa belajar dengan menjawab soal yang diberikan oleh guru. Siswa harus menjawab pertanyaan tersebut dengan mencari dan menganalisis informasi, apakah informasi tersebut sesuai dengan konsep yang diperlukan dalam menjawab soal. Setelah siswa memberikan jawaban guru memberikan umpan balik berupa penguatan ketika jawaban siswa benar dan klarifikasi ketika jawaban siswa salah. Adapun kerangka pikir penelitian digambarkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Kerangka Pikir Penelitian

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan bahan ajar materi medan magnet berbasis representasi jamak untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah SMA kelas XII. Metode yang digunakan dalam penelitian pengembangan adalah *Research and Development* (R&D). Desain pengembangan yang digunakan mengacu pada model pengembangan menurut (Borg & Gall, 2003). Model Borg & Gall terdiri atas 10 tahapan kegiatan dan dikelompokkan menjadi tujuh tahapan lalu kemudian dijadikan empat tahapan dengan melakukan penyesuaian seperlunya. Menurut Ardhana, setiap pengembangan tentu saja dapat memilih dan menentukan langkah-langkah yang paling tepat bagi dirinya berdasarkan kondisi khusus yang dihadapinya (Haryanto, Dwiyoogo & Sulistyorini, 2015). Tahapan itu diantaranya :

##### 1. Studi Pendahuluan

Tahap awal, peneliti melakukan kajian terhadap kurikulum sebagai acuan untuk menetapkan kompetensi dan materi yang akan diajarkan, menganalisis sub-sub materi yang akan diajarkan sesuai dengan kajian kurikulum dan kebutuhan guru dan siswa, dan melakukan kajian pustaka untuk memperoleh informasi mengenai media pembelajaran berupa bahan ajar berbasis *multiple representations*. Serta melakukan analisis kebutuhan

bagi siswa dan guru dengan menyebar kuesioner berupa angket dan melakukan observasi lapangan untuk memperoleh informasi terhadap rencana pengembangan bahan ajar materi medan magnet berbasis representasi jamak untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah.

## **2. Perencanaan dan Pengembangan**

Hasil studi pendahuluan berupa studi lapangan dan literatur, disusun *draft* bahan ajar yang terdiri atas sajian teks materi dan soal-soal latihan. Tahapan yang dilakukan yaitu menganalisis materi medan magnet yang digunakan dalam bahan ajar dan menyusun tugas kinerja yang harus dilakukan siswa. Lalu, menyusun perangkat pembelajaran sebagai komponen pendukung pengembangan bahan ajar yang mencakup tentang penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan evaluasi pembelajaran. Silabus dan RPP disusun dengan mengacu pada kurikulum 2013. *Draft* bahan ajar selanjutnya divalidasi oleh ahli. Validasi produk pengembangan tersebut difokuskan pada validasi isi dan validasi konstruk.

## **3. Uji Lapangan**

Langkah-langkah dalam tahap ini dilakukan uji lapangan yang terdiri atas:

- a. Uji coba terbatas yang melibatkan kelompok kecil terdiri atas 10 siswa kelas XII untuk mengetahui keterlaksanaan bahan ajar telah diterapkan dengan benar. Berdasarkan hasil uji coba terbatas, dilakukan perbaikan terhadap desain bahan ajar yang telah dikembangkan sebelumnya, sehingga desain bahan ajar yang dikembangkan berikutnya adalah sebuah bahan ajar yang siap untuk dilakukan uji coba kelompok lebih luas.
- b. Uji coba kelompok lebih luas memiliki dua tujuan yang hendak diungkap dalam langkah ini, yaitu (1) meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah, (2) menyimpulkan apakah bahan ajar yang dikembangkan lebih efektif dalam peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah, apabila dibandingkan dengan bahan ajar konvensional yang ada di sekolah.

Desain yang digunakan dalam uji skala luas adalah *the static group pretest-posttest* (Sugiyono, 2015). Kelas eksperimen adalah subjek penelitian yang menggunakan bahan ajar materi medan magnet berbasis representasi jamak yang dikembangkan. Sedangkan, kelas kontrol adalah kelompok siswa yang menggunakan bahan ajar konvensional. Desain eksperimen yang digunakan menurut ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Desain Penelitian

<b>O<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>
<b>O<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>

Keterangan:

O<sub>1</sub> = *pretest*

O<sub>2</sub> = *posttest*

X<sub>1</sub> = perlakuan dengan bahan ajar berbasis representasi jamak

X<sub>2</sub> = perlakuan dengan bahan ajar yang tidak berbasis representasi jamak

#### 4. Desiminasi

Pada tahap desiminasi dilakukan penyebaran produk dan submit jurnal.

Penyebaran produk memerlukan biaya tinggi dan kebijakan politik, sehingga tahapan ini tidak dilaksanakan kecuali seminar dan submitjurnal.

Adapun alur penelitian pengembangan mengacu pada alur penelitian pengembangan menurut Distrik (2016) ditampilkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



## **B. Lokasi dan Subjek Penelitian**

### **1. Lokasi Penelitian**

Tahap pendahuluan adalah tahap analisis kebutuhan siswa. Lokasi uji coba dan subjek penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Sekolah dipilih berdasarkan pertimbangan peneliti mengenai kualitas dan lokasi sekolah. Lokasi penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 15 Bandar Lampung, dan SMA YP UNILA.

### **2. Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian adalah para ahli yang menguji kevalidan bahan ajar berbasis representasi jamak yang terdiri atas ahli desain, ahli materi, ahli kesesuaian, pendidik, dan siswa kelas XII SMA untuk menguji keefektifan bahan ajar berbasis representasi jamak.

## **C. Teknik Pengumpulan Data**

Pengambilan data yang digunakan berdasarkan jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian yang terdiri atas:

### **1. Data Analisis Kebutuhan**

Teknik pengumpulan data analisis kebutuhan pada tahap studi pendahuluan dengan cara memberikan angket kebutuhan pendidik mengenai sumber belajar yang ada di sekolah, metode belajar yang digunakan oleh pendidik, dan bentuk soal yang biasa diberikan kepada siswa, angket diberikan kepada dua pendidik fisika. Selain itu, angket kebutuhan siswa mengenai materi fisika yang disenangi siswa, materi fisika yang sulit, alasan siswa menganggap materi tersebut dikatakan sulit, metode belajar siswa, dan penggunaan sumber belajar yang digunakan, angket diberikan kepada siswa SMA kelas XII IPA.

### **2. Data Validitas Produk**

Data validitas produk bahan ajar berbasis representasi jamak pada tahap uji coba produk awal diperoleh melalui uji validasi isi dan validasi konstruk

yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan.

### 3. Data Kepraktisan Produk

Teknik pengumpulan data kepraktisan produk terdiri atas lembar observasi keterlaksanaan bahan ajar dan lembar respon siswa terhadap bahan ajar yang diperoleh melalui kuesioner yang terdiri atas 11 item, 8 item terdiri atas kuesioner yang menghendaki siswa untuk memilih pernyataan senang, cukup senang, biasa-biasa saja, dan tidak senang. Kemudian, 3 item berisi pertanyaan yang menghendaki jawaban berupa pendapat siswa mengenai bahan ajar yang telah dikembangkan.

### 4. Data Keefektifan Produk

Data keefektifan produk digunakan untuk mengetahui penggunaan bahan ajar hasil pengembangan terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah. Pengambilan data menggunakan dua tes yang terdiri atas:

a. Data tes kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS)

Data tes kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) diperoleh melalui pengambilan data menggunakan tes yang terdiri atas *pretest* dan *posttest* (typo) materi fisika kelas XII semester ganjil. Bentuk tes adalah *essay* mengikuti rubrik tes kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan oleh Ennis. Tes kemampuan berpikir tingkat tinggi sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas.

b. Data tes kemampuan pemecahan masalah

Pengambilan data menggunakan tes yang terdiri atas *pretest* dan *posttest* materi fisika kelas XII semester ganjil. *Pretest* dilakukan sebelum pembelajaran dimulai, sedangkan *posttest* dilakukan setiap pokok bahasan selesai dipelajari. Bentuk tes adalah *essay* beralasan mengikuti rubrik tes kemampuan pemecahan masalah yang dikembangkan oleh Savage & William. Tes kemampuan pemecahan

masalah sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas.

#### **D. Teknik Analisis Data**

Analisis data dalam penelitian ini dijelaskan dalam tiga tahap studi, yaitu tahap studi pendahuluan, pengembangan, dan uji coba lapangan.

##### **1. Tahap Studi Pendahuluan**

Temuan atau fakta-fakta tentang implementasi pembelajaran yang dilaksanakan pada studi pendahuluan dideskripsikan dalam bentuk persentase. Selanjutnya, dianalisis atau diinterpretasikan secara kuantitatif. Oleh karena itu, analisis yang digunakan dalam tahap ini disebut deskriptif kuantitatif.

##### **2. Tahap Pengembangan**

Teknik analisis data tahap pengembangan berupa analisis data validasi rancangan produk dan analisis data uji coba terbatas.

###### **a. Analisis Data Validasi**

Teknik analisis data validasi rancangan produk yang dikembangkan menggunakan lembar kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar. Tahap ini, dilakukan dengan cara mengkode atau klasifikasi data. Validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilihat dari hasil lembar validitas yang diisi oleh pakar. Kegiatan dalam teknik analisis data validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilakukan dengan cara:

- 1) Mengkode atau klasifikasi data
- 2) Melakukan tabulasi data berdasarkan kualifikasi yang dibuat, untuk dapat memberikan suatu gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.
- 3) Memberi skor jawaban validator

Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala Likert seperti pada Tabel 3.2 .

Tabel 3.2 Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban

No.	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup Baik	2
4	Kurang Baik	1

## 4) Mengolah jumlah skor jawaban validator

Pengolahan jumlah skor ( $\sum S$ ) jawaban angket adalah sebagai berikut :

## a) Skor untuk pernyataan sangat baik.

Skor = 4x jumlah responden yang menjawab.

## b) Skor untuk pernyataan baik.

Skor = 3x jumlah responden yang menjawab

## c) Skor untuk pernyataan cukup baik.

Skor = 2x jumlah responden yang menjawab

## d) Skor untuk pernyataan kurang baik.

Skor = 1x jumlah responden yang menjawab

## 5) Menghitung persentase jawaban angket pada setiap butir dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan :

$\% X_{in}$  = Persentase jawaban lembar Validasi bahan ajar.

$\sum S$  = Jumlah skor jawaban

$S_{maks}$  = Skor maksimum (Sudjana, 2005)

## 6) Menghitung rata-rata persentase lembar validasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \bar{X}_l = \frac{\sum \% X_{in}}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

$\% \bar{X}_l$  = Rata-rata persentase jawaban lembar validasi.

$$\frac{\sum \% X_{in}}{n} = \text{Jumlah persentase jawaban lembar validasi bahan ajar}$$

$$n = \text{Skor maksimum}$$

- 7) Menafsirkan persentase jawaban lembar validasi secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tafsiran Skor Lembar Validasi

Persentase	Kriteria
80,1 % - 100 %	Sangat Tinggi
60,1 % - 80%	Tinggi
40,1 % - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,0 % - 20%	Sangat rendah

b. Teknik Analisis Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan untuk mengetahui dan mengukur apakah instrumen yang digunakan telah memenuhi syarat dan layak digunakan sebagai pengumpul data. Instrumen yang diuji coba adalah instrumen untuk menilai pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. Instrumen yang baik harus memenuhi dua syarat penting yaitu valid dan reliabel.

1) Uji Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes (Arikunto, 2016). Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur indikator yang seharusnya diukur. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Product Moment Pearson*. Analisis validitas produk dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statistics 21*. Penafsiran koefisien korelasi untuk uji validitas, ditampilkan pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Klasifikasi Koefisien Korelasi Uji Validitas

Koefisien Korelasi	Interpretasi
$0,90 < r_{xy} < 1,00$	Korelasi sangat tinggi (sangat valid)
$0,70 < r_{xy} < 0,90$	Korelasi tinggi (valid)
$0,40 < r_{xy} < 0,70$	Korelasi sedang (cukup valid)
$0,20 < r_{xy} < 0,40$	Korelasi rendah (kurang valid)
$0,00 < r_{xy} < 0,20$	Korelasi sangat rendah (sangat kurang valid)
$r_{xy} \leq 0,00$	Tidak berkorelasi (tidak valid)

Kriteria instrumen tes berkualitas baik apabila minimal tingkat validitas yang dicapai adalah kategori sedang (cukup valid). Jika tingkat ketercapaian di bawah kategori sedang, maka soal tes perlu dilakukan revisi atau diganti. Instrumen yang sudah diperbaiki, selanjutnya diuji cobakan kembali sampai memperoleh hasil minimal dalam kategori sedang.

## 2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekonsistenan instrumen penelitian yang digunakan sebagai alat pengumpul data. Sebuah instrumen disebut reliabel jika instrumen tersebut mampu memberikan hasil yang dapat dipercaya atau konsisten. Instrumen tes yang diuji reliabilitasnya adalah tes pemahaman konsep dan tes kemampuan pemecahan masalah. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Analisis reliabilitas produk dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statistics 21* yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut Arikunto (2016) yang dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Klasifikasi Koefisien Reliabilitas

<b>Koefisien Reliabilitas</b>	<b>Interpretasi</b>
$0,80 < r_{11} < 1,00$	Derajat reliabilitas sangat tinggi
$0,60 < r_{11} < 0,80$	Derajat reliabilitas tinggi
$0,40 < r_{11} < 0,60$	Derajat reliabilitas sedang
$0,20 < r_{11} < 0,40$	Derajat reliabilitas rendah
$r_{11} \leq 0,00$	Derajat reliabilitas sangat rendah

Kriteria instrumen tes memiliki derajat reliabilitas yang baik, jika tingkat ketercapaian di bawah kategori sedang, maka soal perlu direvisi.

## c. Uji Lapangan

Pada uji lapangan beberapa pendekatan analisis yang digunakan yaitu:

- 1) Uji coba kelompok kecil, pengambilan data dengan teknik observasi dan data *pretes* dan *posttes* sehingga dianalisis secara deskriptif

kualitatif dan kuantitatif. Kepraktisan bahan ajar ditentukan oleh keterlaksanaan bahan ajar dan respon siswa terhadap bahan ajar yang digunakan.

a) Untuk analisis keterlaksanaan bahan ajar, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ini:

- (1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian dihitung persentase ketercapaian dengan rumus:

$$\text{skor penilai} = \frac{\text{jumlah skor pada instrumen}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

- (2) Memvisualisasikan data untuk memberikan informasi berupa data temuan dengan menggunakan analisis data non statistik yaitu analisis yang dilakukan dengan cara membaca tabel, grafik, atau angka yang tersedia.
- (3) Menafsirkan persentase skor hasil pengamatan secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran berdasarkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas Keterlaksanaan

<b>Skor</b>	<b>Kriteria</b>
81% - 100%	Sangat baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup baik
21% - 40%	Kurang baik
0% - 20%	Tidak baik

b) Respon siswa terhadap bahan ajar dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Mengitung jumlah siswa yang memilih opsi a,b,c,d
- 2) Menghitung jumlah siswa yang memilih opsi a dan b sebagai respon positif dan yang memilih opsi c dan d sebagai respon negatif.
- 3) Menghitung persentase siswa yang memilih jawaban tertentu dengan rumus:

$$\text{skorpenilai} = \frac{\text{jumlahskorpadainstrumen}}{\text{skormaksimum}} \times 100\%$$

Aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung diukur dengan menggunakan lembar observasi oleh observer.

- 2) Uji coba kelompok lebih luas dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian *quasi experiment*, dengan membandingkan hasil pada subjek penelitian antar sekolah, pada kondisi sebelum dengan sesudah menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak. Analisis hasil tes kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah dilakukan dengan analisis deskriptif dan inferensial.
- a) Analisis deskriptif yaitu menghitung rata-rata *pretest*, *posttest*, dan *N-gain*. Skor setiap soal tes kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah minimum 1 dan maksimum 4. Rata-rata *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir tingkat tinggi dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Skor total} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{jumlah total}} \times 25$$

Sedangkan soal tes kemampuan pemecahan masalah, skor setiap soal minimum 1 dan maksimum 5. Rerata *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Skor total} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{jumlah total}} \times 20$$

Skor *gain* yaitu perbandingan gain aktual dengan gain maksimum. *Gain* aktual yaitu selisih skor *posttest* terhadap skor *pretest*. Rumus *N-gain* adalah sebagai berikut:

$$N - \text{Gain} = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{skor maksimum total} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* yang dikemukakan oleh Meltzer (2002) seperti pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Kriteria Interpretasi *N-gain*

<b>Rata-rata <i>Gain</i> Ternormalisasi</b>	<b>Kriteria Interpretasi</b>
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Kriteria keefektifan bahan ajar, jika tingkat pencapaian *N-gain* minimal kategori sedang.

- b) Analisis inferensial, yaitu uji *independent t-test* atau uji perbedaan antara *pretest* dan *posttest* kelas kontrol dan kelas eksperimen.
- c) Uji Normalitas  
Uji normalitas digunakan untuk menguji sebaran data memiliki distribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji statistik non-parametrik yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov* yang terdapat pada program SPSS IBM 21.0.
- d) Uji *Paired Sampel T-Test*  
*Paired Sampel T-Test* digunakan untuk menguji perbedaan dua sampel yang berpasangan, yaitu pengujian yang dilakukan pada kelas eksperimen untuk mengetahui perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* siswa sebelum belajar menggunakan bahan ajar berbasis *multiple representations* dan setelah menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak. Adapun hipotesis penelitiannya sebagai berikut:
- Hipotesis pertama:
- $H_0$  : Tidak ada perbedaan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21.
- $H_1$  : Ada perbedaan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21.

Hipotesis kedua :

$H_0$  : Tidak ada perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21.

$H_1$  : Ada perbedaan peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21.

e) Uji *independent sample T-Test*

Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan yaitu kemampuan pemecahan masalah antara kelas eksperimen yang menggunakan bahan ajar berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21 dan kelas kontrol yang menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan. Hipotesis penelitian yang digunakan yaitu:

Hipotesis pertama:

$H_0$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata skor kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa antara masing-masing sekolah.

$H_1$  : Ada perbedaan yang signifikan rata-rata skor kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa antara masing-masing sekolah..

Hipotesis kedua :

$H_0$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata skor kemampuan pemecahan masalah siswa antara masing-masing sekolah.

$H_1$  : Ada perbedaan yang signifikan rata-rata skor kemampuan pemecahan masalah siswa antara masing-masing sekolah.

Dasar pengambilan keputusan berdasarkan nilai probabilitas, dimana jika  $sig > 0,05$  maka  $H_0$  diterima. Akan tetapi, jika  $sig \leq$

0,05 maka  $H_0$  ditolak. Secara singkat masalah dalam penelitian, data yang diperlukan, dan analisis data ditampilkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Masalah, Jenis Data dan Analisis Data.

<b>Analisis Variabel</b>	<b>Jenis Data</b>	<b>Kategori</b>	<b>Analisis Data</b>
Validitas	Tes Kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah	Valid	SPSS, <i>Content validity ratio</i>
Reliabilitas	Pembelajaran STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran Abad 21	Reliabel	SPSS, <i>Content validity ratio</i>
Peningkatan Kemampuan HOT dan pemecahan masalah	Hasil Tes	Terdapat perbedaan antara <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Uji sampel berpasangan ( <i>peer T-Test</i> )
Keefektifan model inkuiri kreatif	<i>N-gain</i> hasil tes dan kuisioner	Kekonsistenan <i>N-gain</i> pada 4 SMA	Uji sampel berpasangan ( <i>peer T-Test</i> )

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kevalidan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran abad 21 untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika pada SMA Negeri dan SMA swasta di Bandarlampung, berdasarkan validasi yang dilakukan dosen dan guru menyatakan bahwa produk ini sudah layak secara isi dan konstruk sehingga dapat diimplementasikan.
2. Kepraktisan Lembar Kerja Siswa (LKS) pada SMA Negeri dan SMA swasta di Bandarlampung dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran abad 21 untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika, yang terdiri dari keterlaksanaan pembelajaran dan respon siswa. Dimana pada keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan LKS berada dalam kategori tinggi, sedangkan respon siswa dengan diterapkannya LKS ini berada dalam kategori tinggi.
3. Keefektifan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran abad 21 untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi diperoleh rata-rata nilai n-gain 0,57 dan kemampuan pemecahan masalah rata-rata 0,56.

## **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan diatas maka saran yang peneliti berikan sebagai berikut :

1. Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran abad 21 dapat dijadikan sebagai bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika.
2. Pembelajaran dengan mengimplementasikan LKS dengan pendekatan STEM berbasis representasi jamak terintegrasi pembelajaran abad 21 dapat dijadikan upaya sebagai alternatif untuk mengembangkan bahan ajar pada materi fisika.
3. Pendidik harus memfasilitasi peserta didik agar kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemecahan masalah fisika dapat meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Liliyasi, A. Rusli, dan Bruce Waldri. 2011. Implementasi pembelajaran berbasis representasi jamak untuk peningkatan penguasaan konsep fisika kuantum. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 1: 30-45.
- Abidin, Y. 2014. *Desain sistem pembelajaran dalam konteks kurikulum 2013*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Afriana, Jaka, Anna Permanasari & Any Fitriani. 2016. Penerapan project based learning terintegrasi stem untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2): 202-212.
- Agustina, Putri; Saputra Alanindra. 2016. Analisis keterampilan proses sains (kps) dasar mahasiswa calon guru biologi pada mata kuliah anatomi tumbuhan (studi kasus mahasiswa prodi pendidikan biologi FKIP UMS tahun ajaran 2015/2016). *Prosiding seminar nasional pendidikan sains (SNPS)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Amri, S. 2013. *Pengembangan & model pembelajaran dalam kuriku-lum 2013*. Jakarta: Prestasi Pusta-karya.
- Arends, Richard I. 2013. *Belajar untuk mengajar*. Jakarta: Selemba Humanika.
- Azizah, R., L. Yuliati, & E. Latifah. 2015. Kesulitan pemecahan masalah fisika pada siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 5(2): 44-50.
- Badruzzaman, D. R., I. Kaniawati., & S. Utari. 2015. Profil konsistensi representasi dan konsistensi ilmiah siswa SMA Negeri di Kota Bandung pada materi kinematika.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Ricci, M.M., and Rumble, M. 2012. *Defining Twenty-First Century Skills* (P. Griffin *et al*, eds : Bahan ajar and Teaching of 21st Century Skills). Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Borg & Gall,2003. *Education Research*. New York: Allyn &Bacon.
- Blackley, S., Rahmawati, Y., Fitriani, E., Sheffield, R., & Koul, R. 2018. Using AMakerspace Approach to Engage Indonesian Primary Students with STEM. *Issues in Educational Research*, 28(1), 18-31.

- Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. S., & Koehler, C. M. 2012. What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 11(1).
- California Departement of Education. 2015. *Science, technology, engineering, and mathematics*. (Online). <http://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/stemintrod.asp>, pada diakses pada 14 Oktober 2019.
- Carmen, J. A. 2005. *Blended learning design: five key ingredients*. (Online). <http://www.agilantlearning.com>. diakses pada 02 September 2020.
- Datur, I.S., L. Yuliati, & N. Mufti. 2017. Kemampuan pemecahan masalah materi fluida statis melalui pembelajaran berbasis masalah berbantuan *thinking map*. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 7(2): 118-127.
- Deacon, C & Hajek, K. 2010. Student perceptions of the value of physics laboratories. *International Journal of Science Education*. 1–35.
- Dewi, M., Kaniawati, I., & Suwarma, I., R. 2018. Penerapan pembelajaran fisika menggunakan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah siswa pada materi listrik dinamis. *Seminar Nasional Quantum*, 2477-1511.
- Distrik, I. W., Budi, J., & Z. A. Imam, S. 2015. The roles of analogy and representation in improving concept understanding on electricity and magnetism. *In International Conference on Education Research and Innovation*, 370-376.
- Etkina, Eugenia. 2010. Rubric scientific ability to represent information in multiple ways. (online). [http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Downloads/Rubrics/A\\_MultRepRub2010.pdf](http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Downloads/Rubrics/A_MultRepRub2010.pdf)) diakses 14 Oktober 2019.
- Fitriani, N. & Windayana, H. 2015. Pengaruh HOTS melalui model SPPKB pada pembelajaran matematika terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal PGSD Kampus Cibiru*, 3(2).
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika (edisi kelima jilid 2)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Guisasola, J.M., Almudi., & K. Zuza. 2011. University students understanding of electromagnetic induction. *International Journal of Science Education*, 1: 1–26.
- Guisasola, J., Almudi, J. M., & Zuza, K. 2013. University students' understanding of electromagnetic induction. *International Journal of Science Education*, 35(16): 2692–2717.
- Gunawan, A. W. 2003. *Genius learning strategy petunjuk praktis untuk menerapkan accelerated learning*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Halliday, Resnick. 1978. *Fisika Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Heong, Y. M., dkk. 2011. The level of marzano higher order thinking skills among technical education students. *International Journal of Social and Humanity*, 1 (2): 121-125.
- Heuvelen, A. V., & Xueli, Z. 2001. Multiple representation of work-energy processes. (Department of Physics, The Ohio State University, Columbus, Ohio 43210). (online). [http://wsteelman.iweb.bsu.edu/portfolio/artifacts/Physics/Articles/Heuvelen\\_EnergyRepresentations2001.pdf](http://wsteelman.iweb.bsu.edu/portfolio/artifacts/Physics/Articles/Heuvelen_EnergyRepresentations2001.pdf) diakses 14 Oktober 2019.
- Islamyah, D.G., Yasa, P., Rachmawati, D.O. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis STEM Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA 4 SMAN Tahun Ajaran 2018/2019. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Fisika*. Vol 8 No 2. Hal. 86 – 94.
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. 2016. Efektivitas virtual lab berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2): 1-90.
- Irwansyah, M., I K. Mahardika., & B, Supriadi. 2016. Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe think pair share (TPS) disertai metode praktikum untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar fisika siswa kelas XI IPA 3 MAN 1 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(4): 371-376.
- 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. 2018. Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi getaran dan gelombang bunyi. *Jurnal UAD*.
- Kohl, Patrick B & Noah D. Finkelstein. 2006. Effects of representation on student solving physics problems: a fine-grained characterization. (physical review special topics- physics education research) (online). <http://prst-per.aps.org/pdf/PRSTPER/v2/il/e010106> diakses 14 Oktober 2019.
- Krathwohl, D. R. 2002. A revision of bloom's taxonomy: an overview. *Theory into practice*, 41(4): 212-218.
- Krathwohl, D. R. 2001. A revision of Bloom's Taxonomy: an overview-Theory Into Practice, College of Education, The Ohio State University Pohl. (online). [www.purdue.edu/geridiakses](http://www.purdue.edu/geridiakses) diakses pada 14 Oktober 2019.
- Laboy-Rush, D. 2010. *Integrated STEM education through project-based learning*. New York: Learning.com.

- Lestari, D.A.B., Astuti, B., dan Darsono, T. 2018. Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (*Science, Tachnology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. Vol. 4 No 2. Hal. 202-207.
- Lou, Shi-Jer., Yung-Chieh Chou., Ru-Chu Shih., & Chih-Chao Chung. 2011. A study of creativity in cac2 steamship-derived STEM project-based learning. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*. 13(6): 2387-2404.
- Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. 2017. Mathematics learning process with science, technology, engineering, mathematics ( STEM ) approach in indonesia. In *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE)*, 1–7.
- Mulyani, S.D., Rudibiyani, R.B., dan Efkar, T. 2018. Efektivitas LKS Berbasis Multipel Representasi dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. Vol. 7 No. 2. Hal. 1-12.
- Mulyasa. 2013. *Pengembangan dan implementasi kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Munandar, H., Sutrio, & M. Taufik. 2018. Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar fisika siswa SMAN 5 mataram tahun ajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(1): 131-141.
- Mustofa, Z., Susilo, H., dan Muhdhar, M.H.I.A. 2016. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* melalui Pendekatan Kontekstual Berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan*. Vol 1 No 5. Hal. 885 – 889.
- National Education Association. 2014. Preparing 21st century students for a global society: an educator’s guide to the “four-cs”
- Nur, H. D. 2018. HOTS (high order thinking skills) dan kaitannya dengan kemampuan literasi matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika UNS Semarang*, 1(1): 170-176.
- O’Keefe, P. A., Letourneau, S. M., Homer, R. N., Schwartz, R. N., Plass, J. L. 2014. Learning From Multiple Representation: An Examination of Fixation Patterns In a Science Simulation. *Journal in Human Behavior* 35: 234-242.
- Perta, P. A., I. Ansori., & B. Karyadi. 2017. Peningkatan aktivitas dan kemampuan menalar siswa melalui model pembelajaran siklus belajar 5E. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 1(1): 72-82.
- Polya, G. 1973. *How to solve it: a new aspect of mathematical method* (2nd ed). New Jersey: Princeton University Press.

- Prain, Vaughan & Tytler, Russell. 2013. *Representing and learning in science*. Dalam Tytler, R., Prain, V., Hubber, P. & Waldrup (Eds.), *Constructing Representations to Learn in Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Purwanto, A. E., M. Hendri, dan N. Susanti, 2016. Studi perbandingan hasil belajar siswa menggunakan menggunakan media phet simlations dengan alat peraga pada pokok bahasan listrik magnet di kelas IX SMPN 12 Kabupaten Tebo. *Jurnal EduFisika*, 1(01): 22-27.
- Purwanti, S. 2016. *Kemampuan siswa menyelesaikan masalah (problem solving) pada konsep gerak di kelas x man rukoh darussalam*. Skripsi tidak diterbitkan. Aceh: FMIPA Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam.
- Ramos, J. L. S., Dolipas, B. B., & Villamor, B. B. 2013. Higher order thinking skills and academic performance in physics of college students: a regression analysis. *International Journal of Innovative Interdisciplinary Research*, (4): 48-60.
- Rendiyansyah. 2013. Pengembangan modul fisika berbasis multi-representasi pada materi pokok suhu dan kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*.
- Sajidan & Afandi. 2017. Pengembangan model pembelajaran IPA untuk memberdayakan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS) 2017*. 1 (2): 1-13
- Sanders, M., Hyuksoo. K., Kyungsuk, P., & Hyonyong, L. 2009. Integrative STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education: contemporary trends and issues. *Secondary Education*, 59(1): 729- 762.
- Sari, F. K., Farida, & Syazali, M. 2017. Pengembangan media pembelajaran (modul) berbantuan geogebra pokok bahasan turunan. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2): 135–151.
- Setyaningsih, Cris Ayu. 2017. *Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) berbasis representasi jamak untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswapadatema peran energi dalam kehidupan*. Tesis tidak diterbitkan. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. 2017. assesing teacher education and proffessional development needs for the implementatation of integrated approaches to stem education. *International Journal of STEM Education*, 4(13): 1-16.
- Shoimin, Amin. (2014). *Model pembelajaran inovatif dalam kurikulum 2013*. Yogyakarta: AR-ruz media.
- Sirait, Judyanto, dkk. 2010. *Multi-representasi siswa SMA dalam pemecahan masalah kinematika gerak lurus*. Pontianak: Laporan Penelitian Pendidikan Fisika FKIP UNTAN.

- Staker, H & Horn, M.B. 2012. *Classifying k-12 blended learning*. Innosight Institute.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. 2012. Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(2): 1-28. .
- Sudjana, Nana. 2005. *Dasar-dasar proses belajar mengajar*. Bandung. Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. 2015. *Metode penelitian kombinasi (mix methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarwanto, E., A. Hidayat, & Wartono. 2014. Kemampuan pemecahan masalah fisika pada modeling instruction pada siswa SMA kelas XI. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1): 65-78.
- Sukmana, R., W. 2017. Penerapan science, technology, engineering, and mathematics (STEM) sebagai alternatif dalam mengembangkan minat belajar peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2(2): 2548-6950.
- Suryani, N dan L. Agung. 2012. *Strategi belajar mengajar*. Penerbit Ombak. Yogyakarta.
- Susanto, A. 2013. *Teori belajar dan pembelajaran di sekolah dasar*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- The Partnership for 21st Century Skills. 2009. *The MILE guide: milestones for improving learning and education*.
- Thong, W. M., & Gunstone, R. (2008). Some student conceptions of electromagnetic induction. *Research in Science Education*, 38(1): 31–44.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. 2006. Learning junior secondary science through multi-modal representations. *Electronical Journal of Science Education Southwestern University-Preview*, 11(1).
- Widana, I . 2017. *Modul penyusunan soal higher order thinking skills (HOTS)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Widianingtyas., Siswoyo., & Bakri. 2015. pengaruh pendekatan representasi jamak dalam pembelajaran fisika terhadap kemampuan kognitif siswa SMA. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika-JPPPF*, 1-3.
- Widodo & Jasmadi. 2008. *Panduan menyusun bahan ajar berbasis. Kompetensi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Wijaya, D., Sudjimat, D., & Nyoto, A. 2016. Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Indonesia*, 1: 263-278.

- Wittmann, M. C. 2006. Using resource graphs to represent conceptual change. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 2(2): 1-27.
- Wulandari, Nita., Sudarti., & Alex Harijanto. 2017. Analisis penguasaan konsep induksi elektromagnetik pada siswa kelas XII SMA. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 2: 1-5.
- Yildirim, S.& Ersozlu, Z. N. 2013. The relationship between students' metacognitive awareness and their solutions to similar types of mathematical problems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(4): 411-415.
- Yustiandi, Y., & Saepuzaman, D. 2017. *Redesain alat peraga dan lembar kerja percobaan bandul sederhana untuk meningkatkan kemampuan siswa bereksperimen. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 6.
- Zubaedi. 2012. *Desain pendidikan karakter*. Jakarta: Kencana.
- Zubaidah, S. 2017. Keterampilan abad ke-21: keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. *Conference Paper Seminar Nasional Pendidikan. Pendidikan Biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang Kalimantan Barat*, 1-17.
- Zhang, J. 1997. The nature of External Representations in Problem Solving. *Cognitive Science*. 21 (2) 179-217
- Zuza, K., Almudí, J. M., Leniz, A., & Guisasola, J. 2014. Addressing students' difficulties with Faraday's law: a guided problem solving approach. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10(1):1-16.