

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN
STEM BERBANTUAN *ARDUINO UNO* PADA
MATERI INDUKSI MAGNET BERMUATAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS**

SKRIPSI



Oleh :

AHMAD NURHALIM

NPM. 1711090003

Jurusan : Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H/2024 M**

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN
STEM BERBANTUAN *ARDUINO UNO* PADA
MATERI INDUKSI MAGNET BERMUATAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat-Syarat Menyelesaikan Studi dan
Mendapatkan Gelar Sarjana (S1) Pendidikan Fisika Fakultas
Tarbiyah dan Keguruan

Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Yuberti, M. Pd
Dosen Pembimbing II : Ardian Asyhari, M. Pd

Oleh :

AHMAD NURHALIM

NPM. 1711090003

Jurusan : Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H/2024 M**

ABSTRAK

Latar belakang penelitian ini adalah upaya untuk mewujudkan pembelajaran berbasis STEM bagi peserta didik. Belum dikembangkannya LKPD berbasis STEM berbantuan *Arduino Uno*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran serta mengetahui kelayakan dan respon penggunaan perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model ADDIE. Tahap validasi melibatkan dua validator (ahli materi dan ahli media) kemudian respon penggunaan melibatkan pendidik dan peserta didik tingkat SMA/MA.

Berdasarkan hasil uji kelayakan ahli materi dan media mendapatkan kriteria keseluruhan sangat layak dengan rata-rata: ahli materi sebesar 4,69 untuk RPP dan presentase rata-rata sebesar 88% untuk LKPD, ahli media sebesar 83% untuk LKPD. Sedangkan respon pendidik dan peserta didik terhadap penggunaan perangkat pembelajaran STEM mendapat kriteria sangat menarik dengan rata-rata presentase: pendidik sebesar 95% ,uji kelompok kecil sebesar 81% dan uji lapangan sebesar 85%. Dapat disimpulkan bahwa Pengembangan perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains dinyatakan sangat layak serta mendapatkan respon yang positif untuk digunakan sebagai perangkat pembelajaran.

Kata kunci : Perangkat Pembelajaran, STEM, Induksi Magnet, Arduino Uno

ABSTRACT

The background to this research is an effort to realize STEM-based learning for students. STEM-based LKPD assisted by Arduino Uno has not yet been developed. This research aims to develop learning tools and determine the feasibility and response to using STEM learning tools assisted by Arduino Uno on magnetic induction material that drives science process skills. This research is development research using the ADDIE model. The validation stage involves two validators (material experts and media experts) then the usage response involves educators and high school/MA level students.

Based on the results of the feasibility test, material and media experts found that the overall criteria were very feasible with an average of: material experts at 4.69 for lesson plans and an average percentage of 88% for LKPD, media experts at 83% for LKPD. Meanwhile, the response of educators and students to the use of STEM learning tools received very interesting criteria with an average percentage: educators at 95%, small group tests at 81% and field tests at 85%. It can be concluded that the development of STEM learning tools assisted by Arduino Uno on magnetic induction material reading science process skills is declared very feasible and has received a positive response for use as a learning tool.

Keywords: Learning Devices, STEM, Magnetic Induction, Arduino Uno

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Nurhalim
Npm : 1711090003
Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM BERBANTUAN ARDUINO UNO PADA MATERI INDUKSI MAGNET BERMUATAN KETERAMPILAN PROSES SAINS”** adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang elah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 21 Maret 2024
Penulis



Ahmad Nurhalim
1711090003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN

Alamat : JL Letkol Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 3151 (0721) 7040 30

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM
Berbantuan Arduino Uno Pada Materi Induksi
Magnet Bermuatan Keterampilan Proses Sains
Nama : Ahmad Nurhalim
NPM : 1711090003
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

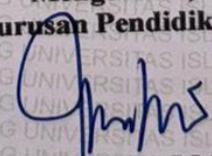
Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. Yuberti, M.Pd
NIP. 197709202006042011


Ardian Asyhari, M.Pd
NIP. 198908082015031011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika


Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Ahmad H. Laili Endri Sekretaris Sekelompok Bandar Lampung 3131 (0721) 7040 30

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **" PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM BERBANTUAN ARDUINO UNO PADA MATERI INDUKSI MAGNET BERMUATAN KETERAMPILAN PROSES SAINS"** disusun oleh **Ahmad Nurhalim**, NPM: 1711090003, Program Studi: Pendidikan Fisika. Telah di Ujikan dalam Sidang Munaqosyah di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : Rabu, 01 November 2023.

TIM PENGUJI

- | | | |
|----------------------|---------------------------------------|-----------|
| Ketua | : Dr. Guntur Cahya Kusuma, MA. |
..... |
| Sekretaris | : Yani Suryani, MLPd |
..... |
| Penguji Utama | : Widya Wati, S.Pd, MLPd |
..... |
| Penguji I | : Prof. Dr. Yuberti, M.Pd |
..... |
| Penguji II | : Ardian Asyhari, MLPd |
..... |

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Mj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 496408281988032002

MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ
١٥٣

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.” (QS. Al-Baqarah:153)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۝

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”(QS. Al-Insyirah:5)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap Syukur Alhamdulillahirobbilalamin dan mengharap ridho Allah SWT atas nikmat karunia dan petunjuk sertasholawat kepada Nabi Muhammad SAW skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu, Saya Persembahkan skripsi ini kepada :

1. Kepada kedua Orang tua tercinta, Ayah Silah dan Ibu Sunarikhah, yang telah mengasuh, membesarkanku dan senantiasa mendoakanku dalam keadaan apapun serta selalu memberikan semangat, dorongan kepadaku dengan penuh kesabaran untuk menyelesaikan pendidikanku.
2. Adikku tersayang Afdilla Atika Putri yang selalu senantiasa mendoakanku, dan memberikan dukungan serta semangat untuk terselesaikannya skripsi ini.
3. Kepada Teman-teman kelas fisika B.
4. Almamaterku tercinta, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Peneliti dilahirkan pada tanggal 16 September 1998 di desa Purworejo Kecamatan Pasir Sakti Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung. Peneliti adalah anak pertama dari dua bersaudara dengan Ayah Silah dan Ibu Sunarikah. Peneliti memulai masa pendidikan di bangku Taman Kanak-kanak. Pada tahun 2011 dinyatakan lulus dari SDN 1 Purworejo, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Pasir Sakti dan dinyatakan lulus pada tahun 2014. Pada tahun berikutnya peneliti melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Pasir Sakti dan dinyatakan lulus tahun 2017.

Pada tahun selanjutnya memulai pendidikan di Perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan dengan mengambil jurusan Pendidikan Fisika hingga sekarang, pada pendidikan ini peneliti aktif dalam organisasi intra kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Fisika. Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang dilakukan oleh peneliti yaitu di daerah Purworejo, Pasir Sakti, Lampung Timur dan PPL peneliti dilaksanakan di SMP Negeri 12 kota Bandar Lampung. Peneliti juga mengikuti kegiatan pengabdian Masyarakat pada gelaran Green Campus UIN raden intan sebagai Tim Biomassa Pembuatan Briket.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM Berbantuan Arduino Uno pada Materi Induksi Magnet Bermuatan Keterampilan Proses Sains”** ini. Shalawat beserta salam semoga selalu senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi uswatun hasanah bagi umat manusia. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi pada program strata satu di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Progran Studi Pendidikan Fisika.

Dalam upaya penyelesaian skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan bimbingan dari berbagai pihak serta tidak mengurangi rasa terimakasih atas bantuan semua pihak, maka secara khusus penulis menyebutkan beberapa, sebagai berikut :

- 1 Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- 2 Ibu Sri Latifah, M.Sc, selaku ketua Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- 3 Ibu Prof. Dr. Yuberti, M.Pd, selaku Pembimbing I dan Bapak Ardian Asyhari, M.Pd. selaku Pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
- 4 Bapak dan Ibu dosen serta staf jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama peneliti menuntut ilmu di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- 5 Kepada keluarga Ayah dan Ibu yang selalu memberikan doa dukungan serta penyemangat dalam hidupku.

6 Kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan disebabkan keterbatasan kemampuan ilmu dan keadaan pelaksanaan. Untuk itu kepada segenap pembaca kiranya dapat memberikan masukan dan saran-sarannya sehingga skripsi ini akan lebih baik.

Walaikumussalam Warohmatullahi Wabarokatuh

Bandar Lampung, 11 Mei 2023
Peneliti,

Ahmad Nurhalim
NPM. 1711090003

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Penegasan Judul	1
1 Pengembangan Perangkat Pembelajaran	1
2 STEM	1
3 <i>Arduino Uno</i>	2
4 Keterampilan Proses Sains	2
5 Induksi Magnet	2
B. Alasan Memilih Judul	3
C. Latar Belakang Masalah	3
D. Identifikasi Masalah	15
E. Batasan masalah	15
F. Rumusan Masalah	16
G. Tujuan Penelitian	16
H. Manfaat Penelitian	16
1 Manfaat Teoritis	16
2 Manfaat Praktis	17
I. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	17
J. Sistematika Penulisan	22

BAB II LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teoritik	23
1 Pengembangan Perangkat Pembelajaran	23
2 STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>).....	40
3 Keterampilan Proses Sains	46
4 <i>Arduino Uno</i>	53
5 Instrumen	62
6 Induksi Magnet	74
B. Teori-teori Tentang Pengembangan Model	83

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	85
B. Desain Penelitian Pengembangan	85
C. Prosedur Penelitian Pengembangan	86
1 Tahap Analisis (<i>Analyze</i>)	87
2 Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	88
3 Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	93
4 Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	94
5 Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	95
D. Spesifikasi Produk	95
E. Subjek Uji Coba Penelitian	96
F. Instrumen Penelitian	96
G. Uji Coba Produk	98
H. Teknik Analisis Data.....	98

BAB IV HASIL DAN PEMBEHASAN

A. Hasil Penelitian Dan Pengembangan	105
1 Tahap Kegiatan Analisis (<i>Analyze</i>)	105
2 Tahap Kegiatan Perancangan (<i>Design</i>)	108
3 Tahap Kegiatan Pengembangan (<i>Development</i>) ..	114
4 Tahap Kegiatan Implementasi (<i>Implementation</i>)	140
5 Tahap Kegiatan Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	150
B. Kajian Produk Akhir	150

BAB V PENUTUP

A. Simpulan.....	155
B. Rekomendasi.....	156

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Indikator Keterampilan Proses Sains menurut Muh. Tawil dan Liliyasi.....	44
2.2 Aspek Kelayakan Isi dan Bahasa Menurut BNSP (Urip Purwono, 2008)	57
2.3 Aspek Kelayakan Kegrafikan Dan Penyajian Menurut BNSP (Urip Purnomo, 2008)	60
3.1 Kriteria Penilaian Ideal dalam Skala 5	90
3.2 Kriteria Penilaian Ideal dalam Skala 5	90
3.3 Interpretasi Skor	91
3.4 Kriteria Persentase Skor	92
3.5 Kriteria Interpretasi Kemenarikan	94
4.1 Saran dan Masukan Validator Ahli Materi	106
4.2 Hasil Validasi Ahli Materi Setelah Revisi	111
4.3 Saran dan Masukan Validator Ahli Materi	114
4.4 Hasil Validasi Ahli Materi Setelah Revisi	116
4.5 Saran dan Masukan Validator Ahli Media.....	120
4.6 Hasil Validasi Ahli Media Setelah Revisi	124
4.7 Rekapitulasi Hasil Respon Pendidik.....	126
4.8 Hasil Uji Coba Kelompok Kecil Pada Peserta Didik	129
4.9 Hasil Uji Lapangan Peserta Didik SMA Negeri 1 Pasir Sakti	131
4.10 Hasil Uji Lapangan Peserta Didik SMA Negeri 1 Labuhan Maringgai	132
4.11 Hasil Uji Lapangan Peserta Didik MA Ma'rif 06 Pasir Sakti	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Mikrokontroler AT 328 (<i>Arduino Uno</i>).....	48
2.2 (a). Tampilan jendela <i>Arduino IDE</i> (b). Fungsi-fungsi pada <i>Arduino IDE</i>	50
2.3 Soket USB (Universal Serial Bus).....	53
2.4 LCD (<i>liquid crystal display</i>) 16x2.....	53
2.5 Modul I2C.....	54
2.6 Kabel jumper.....	54
2.7 <i>Hall sensor</i>	55
2.8 Kotak komponen elektronika.....	55
2.9 Kaidah tangan kanan.....	67
2.10 Arus listrik menimbulkan medan magnetik.....	68
2.11 Aturan tangan kanan untuk mencari arah medan magnet. ...	68
2.12 Induksi magnetik <i>dB</i> akibat elemen penghantar dl berarus listrik I.....	69
2.13 Penerapan hukum Biot-Savart pada penghantar Lurus panjang berarus.....	71
2.14 Induksi magnetik pada sumbu lingkaran kawat berarus.....	72
2.15 Solenoida.....	73
2.16 Langkah-langkah Penelitian Menurut Robert Maribe Branch.....	75
3.1 Langkah-Langkah penelitian Model ADDIE.....	78
4.1 Cover Depan dan Cover Belakang LKPD.....	105
4.2 (a) IPK Sebelum Revisi. (b) IPK Setelah Revisi.....	107
4.3 Tujuan Pembelajaran Sebelum Revisi.....	107
4.4 Tujuan Pembelajaran Setelah Revisi.....	108
4.5 Sintak Model Pembelajaran Sebelum Revisi.....	108
4.6 Sintak Model Pembelajaran Setelah Revisi.....	108
4.7 (a) Analisis Materi Pembelajaran Sebelum Revisi. (b) Analisis Materi Pembelajaran Setelah Revisi.....	109
4.8 Instrumen Penilaian Pengetahuan Sebelum Revisi.....	109
4.9 Instrumen Penilaian Pengetahuan Setelah Revisi.....	110
4.10 (a) Penulisan Sebelum Revisi. (b) Penulisan Setelah Revisi.....	110

4.11 Indikator dan Tujuan Pembelajaran Sebelum Revisi.	114
4.12 Indikator dan Tujuan Pembelajaran Setelah Revisi.	115
4.13 Soal Dalam LKPD Sebelum Revisi.	115
4.14 Soal Dalam LKPD Setelah Revisi	115
4.15 Penulisan Dalam LKPD Sebelum Revisi.....	116
4.16 Penulisan Dalam LKPD Setelah Revisi.....	116
4.17 (a) Gambar <i>Cover</i> LKPD Sebelum Revisi dan (b) Gambar <i>Cover</i> LKPD Setelah Revisi.....	120
4.18 (a) Format <i>Cover</i> LKPD Sebelum Revisi dan (b) Format <i>Cover</i> LKPD Setelah Revisi.	121
4.19 Format Isi LKPD Sebelum Revisi	121
4.20 Format Isi LKPD Setelah Revisi	121
4.21 Konsistensi Tampilan Isi LKPD Sebelum Revisi	122
4.22 Konsistensi Tampilan Isi LKPD Setelah Revisi	122
4.23 (a) <i>Cover</i> Belakang LKPD Sebelum Revisi dan (b) <i>Cover</i> Belakang LKPD Setelah Revisi.....	122
4.24 Langkah-Langkah Pembuatan Alat Sebelum Revisi.....	123
4.25 Langkah-Langkah Pembuatan Alat Setelah Revisi	123

DAFTAR GRAFIK

Grafik

Halaman

4.1 Rata-Rata Hasil Penilaian Ahli Materi	113
4.2 Presentase Hasil Penilaian Ahli Materi	119
4.3 Presentase Hasil Penilaian Setiap Validator Ahli Materi	119
4.4 Presentase Hasil Penilaian Ahli Media	125
4.5 Presentase Hasil Penilaian Setiap Validator Ahli Media	126
4.6 Hasil Penilaian Respon Pendidik.....	128
4.7 Hasil Penilaian Respon Dari Setiap Pendidik	128
4.8 Hasil Uji Coba Kelompok Kecil.....	130
4.9 Hasil Uji Coba Lapangan	133
4.10 Hasil Uji Coba Lapangan pada tiga sekolah	134

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A 1. Kisi-kisi Lembar Validasi RPP
- A 2. Lembar Validasi RPP
- A 3. Kisi-kisi Lembar Validasi LKPD
- A 4. Lembar Valdasi LKPD
- A 5. Kisi-kisi Angket Respon Guru
- A 6. Lembar Angket Respon Guru
- A 7. Kisi-kisi Angket Respon Siswa
- A 8. Lembar Angket Respon Siswa
- A 9. Surat Balasan Dari Sekolah
- A 10. Hasil Penilaian Ahli Materi Terhadap RPP
- A 11. Hasil Penilaian Ahli Materi Terhadap LKPD
- A 12. Hasil Penilaian Ahli Media Pembelajaran Terhadap LKPD
- A 13. Hasil Respon Penilaian Pendidik
- A 14. Hasil Respon Penilaian Peserta Didik
- A 15. Dokumentasi Penelitian
- A 16. Surat Keterangan Bebas Plagiarism

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Penegasan judul dalam penelitian “**Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM Berbantuan *Arduino Uno* pada Materi Induksi Magnet Bermuatan Keterampilan Proses Sains**” maka dari itu dapat di uraikan pengertian dari istilah-istilah dalam judul tersebut. Peguraiannya sebagai berikut:

1. Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan adalah suatu proses mendesain pembelajaran secara logis, dan sistematis dalam rangka untuk menetapkan segala sesuatu yang akan dilaksanakan dalam proses kegiatan belajar dengan memperhatikan potensi dan kompetensi peserta didik.¹

Menurut pendapat Trianto, “Perangkat pembelajaran adalah sekumpulan sumber belajar yang digunakan guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran”. Dapat dipahami bahwa perangkat pembelajaran merupakan komponen penting sebagai sumber belajar dalam kegiatan pembelajaran yang tidak terlepas dari model pembelajaran dan pendekatan pembelajaran yang digunakan.²

2. STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

Kelley & Knowles mendefinisikan STEM sebagai pendekatan untuk mengajarkan dua atau lebih subjek STEM yang terkait dengan praktik secara autentik

¹Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005), h. 24.

² Chichi Rahayu dan Festiyed Festiyed, “Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Sma Berbasis Model Pembelajaran Generatif Dengan Pendekatan Open-Ended Problem Untuk Menstimulus Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik,” *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 7.1 (2019), 1–6 <<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika/article/view/5363>>.

sehingga dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Sanders menggambarkan pendidikan STEM terintegrasi sebagai "pendekatan yang" mengeksplorasi pengajaran dan pembelajaran antara/di antara dua atau lebih dari bidang subjek STEM, dan/atau antara mata pelajaran STEM dan satu atau lebih mata pelajaran sekolah lainnya".³

3. *Arduino Uno*

Arduino atau mikrokontroler adalah perangkat yang dapat mengontrol bagaimana komponen dalam rangkaian terhubung atau terputus secara independen. *Arduino Uno* merupakan papan elektronik yang menggunakan *ATmega328* sebagai processornya.⁴

4. Keterampilan proses sains

Menurut Barringer dalam Abidin, keterampilan proses sains merupakan proses pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk berpikir secara sistematis dan kritis dalam upaya memecahkan masalah.⁵

5. Induksi Magnet

Induksi magnet termasuk dalam materi yang ada di dalam pelajaran fisika. Induksi Magnet adalah kuat medan magnet akibat adanya arus listrik yang mengalir dalam konduktor.⁶

³Todd R. Kelley dan J. Geoff Knowles, "A conceptual framework for integrated STEM education," *International Journal of STEM Education*, 3.1 (2016) <<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>>.

⁴E. C. Prima, T. D. Oktaviani, dan H. Sholihin, "STEM learning on electricity using *Arduino*-phet based experiment to improve 8th grade students' STEM literacy," *Journal of Physics: Conference Series*, 1013.1 (2018),h. 1-5 <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012030>>.

⁵Asep Samsudin, Jajang Bayu Kelana, Agni Muftianti, "Pemanfaatan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar Mahasiswa PGSD," *Jurnal Ilmiah P2M STKIP Siliwangi*, 7.1 (2020), 48-54 <<https://doi.org/10.22460/p2m.v7i1p48-54.1531>>.

⁶Arif Wahyu Budiarto, "Rancang Bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil," *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3.1 (2019), 1-4 <<https://doi.org/10.30871/jaee.v3i1.1392>>.

B. Alasan Memilih Judul

Penelitian mengenai **“Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM Berbantuan *Arduino Uno* pada Materi Induksi Magnet Bermuatan Keterampilan Proses Sains”** Mempunyai beberapa alasan yaitu:

1. Peneliti ingin membuat perangkat pembelajaran STEM *Uno* bermuatan keterampilan proses sains berbantuan *Arduino Uno* khusus di teori pelajaran induksi magnet untuk menyediakan perangkat pembelajaran yang menerapkan STEM pada proses pembelajaran.
2. Peneliti ingin mendorong penerapan aspek STEM yaitu *science, technology, engineering, and mathematics* pada pembelajaran fisika khusus pada materi induksi magnet, sehingga peserta didik lebih berperan aktif dalam proses pembelajaran fisika.

C. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi sangat pesat dan berhubungan erat dengan kebutuhan manusia. Teknologi informasi dan komunikasi tidak hanya berpengaruh pada dunia pekerjaan saja ataupun alat-alat yang digunakan pada pekerjaan tersebut. Akan tetapi teknologi informasi dan komunikasi juga berpengaruh di dalam dunia pendidikan. Di era perkembangan teknologi yang sangat pesat ini, pendidikan harus bisa untuk menyesuaikan diri. Teknologi merupakan hasil dari perkembangan ilmu pengetahuan, yang terjadi di dunia pendidikan. Oleh karena itu, sudah selayaknya pendidikan sendiri juga memanfaatkan teknologi untuk membantu pelaksanaan pembelajaran.⁷ Pendidikan dituntut mengikuti perkembangan era global dengan tetap mempertahankan misi utama yaitu mencerdaskan kehidupan

⁷Sudarsri Lestari, “Peran Teknologi dalam Pendidikan di Era Globalisasi,” *Edureligia; Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2.2 (2018), 94–100 <<https://doi.org/10.33650/edureligia.v2i2.459>>.

bangsa.⁸ Teknologi yang digunakan secara tepat dalam pendidikan dapat meningkatkan kualitas belajar peserta didik.⁹ Penerapan teknologi dalam pendidikan dapat berupa penggunaan *Arduino* sebagai alat bantu untuk menunjang eksperimen pada proses pembelajaran, khususnya pada pembelajaran fisika yang menekankan pada kegiatan ilmiah di laboratorium. Namun kenyataannya teknologi masih belum dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam pendidikan, khususnya pada kegiatan ilmiah dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu perlu adanya inovasi perangkat pembelajaran yang menekankan penggunaan teknologi didalamnya untuk menunjang proses pendidikan.

Pendidikan merupakan salah satu aktivitas dan usaha untuk menciptakan potensi sumber daya manusia yang berkualitas.¹⁰ Menurut Siswono menyatakan bahwa pendidikan merupakan usaha sadar bagi pengembangan manusia dan masyarakat berdasarkan pada landasan pemikiran tertentu, seperti pandangan atau filsafat hidup serta latar belakang sosial budaya masyarakat.¹¹ Pendidikan juga memiliki definisi secara yuridis dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menyebutkan: "*Pendidikan adalah usaha dasar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses*

⁸Dian Usdiyana Asita Puji Astuti, Putri Sakinah Hanafy , Asep Bayu Dani Nandiyanto , Sri Anggraeni, "Desain Alat Peraga Otomatisasi Dengan Menggunakan *Arduino* Untuk Mengatur Volume Elektrolit dan Tegangan Pada Alat Peraga Pembelajaran Sel Volta Menggunakan Fermentasi Larutan Wortel," *Journal of Engineering Practice*, 2.1 (2020), 1–6.

⁹Yuberti, "Peran Teknologi Pendidikan Islam Pada Era Global", *Akademika* 20, No. 1 (2015), h 137.

¹⁰Yuberti, Ananto Hidayah, "Pengaruh Model Pembelajaran Poe (Predict-Observe-Explain) Terhadap Keterampilan Proses Belajar Fisika Siswa Pokok Bahasan Suhu dan Kalor," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 01.1 (2018), 21–27.

¹¹Lia Yuliana dan Kasniati Sastiarini, "Peran Kepala Sekolah dalam Pelaksanaan Program Sekolah Siaga Bencana (SSB) di Sekolah Dasar Unggulan," *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 2.2 (2020), 131–47.

pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan, yang diperlukan dirinya, masyarakat, dan Negara”.¹²

Pendidikan memiliki peran penting untuk menciptakan sumber daya manusia yang unggul dan kompetitif.¹³ Di era globalisasi seperti saat ini menuntut kualitas sumber daya manusia yang handal untuk dapat bertahan pada persaingan dalam kehidupan. Usaha yang dapat dilakukan untuk mewujudkan kualitas sumber daya manusia handal adalah melalui dunia pendidikan. Melalui pendidikan suatu bangsa akan memperoleh kemuliaan. Kebenaran akan pernyataan ini sebenarnya sudah ditetapkan oleh Allah SWT, hal ini dapat kita lihat firman-Nya dalam QS Al-Mujadilah/58: 11.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ
فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ أَنْشُرُوا فَأَنْشُرُوا
يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ
وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ۝ ۱۱

Artinya : *Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu “Berlapang-lapanglah dalam majlis”, Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, Maka berdirilah,*

¹²Depdikbud. (2003). Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, *tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

¹³Ulfa Septi M, M. Rahmad, and Azhar, „Efektivitas Penggunaan LKPD Bermuatan Kecerdasan Komprehensif Berbasis Model PBL Pada Pembelajaran Fisika”, *Jurnal Online Mahasiswa*, 5.1 (2018), 3

niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.(QS. Mujadillah 58:11).¹⁴

Makna ayat tersebut dijelaskan bahwa orang-orang yang beriman dan berilmu mempunyai kedudukan yang tinggi, orang-orang yang beriman dan berilmu akan diangkat derajatnya beberapa derajat, baik di dunia maupun di akhirat oleh Allah SWT dari pada orang-orang yang hanya sekedar beriman tetapi tanpa memiliki ilmu atau pun sebaliknya. Dengan adanya iman dan ilmu, seseorang akan mampu membedakan yang baik dan yang buruk. Begitu juga halnya dengan suatu bangsa, oleh karena itu betapa berharga dan pentingnya pendidikan dilihat dalam konsep Islam.

Dalam pelaksanaan pendidikan tidak lepas dari kegiatan pembelajaran. Salah satu pembelajaran dijenjang SMA yaitu pembelajaran fisika. Namun, pembelajaran Fisika yang cenderung monoton dan hanya menggunakan media yang disediakan sekolah seperti buku paket, membuat peserta didik kurang berminat untuk melakukan pembelajaran.¹⁵ Hal ini kemudian berdampak pada rendahnya penguasaan konsep siswa.¹⁶ Rendahnya kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep yang abstrak dan kurang aktifnya peserta didik dalam proses pembelajaran memerlukan adanya

¹⁴Kementerian Agama RI, *ALWASIM: Al-Qur'an Tajwid Kode Transliterasi Per Kata Terjemah Per Kata* (Jawa Barat: Cipta Bagus Segara, 2013), 543.

¹⁵Liawati Permata Sari, Siti Patimah, dan Ajo Dian Yusandika, "Pengembangan Scrapbook Sebagai Media Pembelajaran Fisika," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2.2 (2019), 270–76 <<https://doi.org/10.24042/ijsme.v2i2.4367>>.

¹⁶Sri Wahyuni, Kosim Kosim, dan Gunawan Gunawan, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing Berbantuan Eksperimen Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa," *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4.2 (2018), 240 <<https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.891>>.

solusi.¹⁷ Solusi tersebut adalah adanya perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran dibutuhkan untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Menurut Hobri Perangkat pembelajaran adalah sekumpulan sumber belajar yang memungkinkan siswa dan guru dalam melakukan kegiatan pembelajaran.¹⁸ perangkat pembelajaran yang meliputi silabus, RPP, bahan ajar (LKPD atau *handout*), instrumen penilaian.¹⁹ Dengan perangkat pembelajaran proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan tujuan pembelajaran dapat dicapai. Oleh karena itu sangat dibutuhkan pengembangan perangkat pembelajaran agar dapat memenuhi kebutuhan siswa dan guru dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah serta dapat mencapai tujuan penyelenggaraan kelas.

Pengembangan perangkat pembelajaran dapat menunjang terlaksananya proses pembelajaran yang baik. Proses pembelajaran yang baik tentu menerapkan model dan pendekatan pembelajaran yang berkualitas. Kurikulum 2013 telah memberikan acuan dalam pemilihan model pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan saintifik dan mempersiapkan siswa menghadapi tantangan jaman.²⁰ Model pembelajaran yang dimaksud adalah model pembelajaran berbasis STEM. STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan sains,

¹⁷Migdes C Kause, "Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis *Arduino* (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas)," *Cyclotron*, 2.1 (2019) <<https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2511>>.

¹⁸Dewi Santi, Titik Sugiarti, dan Indah K Arika, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Realistik Pada Pokok Bahasan Lingkaran Kelas VIII SMP," *Kadikma*, 6.1 (2015), 85–94 <<http://jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/1831>>.

¹⁹Ibrohim et al., "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Ipa-Biologi Berbasis Diskoveri-Inkuiri dengan Sumber Belajar Potensi Lingkungan Lokal Kabupaten Pasuruan," *Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya*, 2014, 1050–59 <<https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/7984/7148>>.

²⁰Didit Ardianto Ariani Aninda, Anna Permanasari, "Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Stem Siswa SMA," *Journal of Science Education and Practice*, 3.1999 (2019), 33–41.

teknologi, tehnik, dan matematika dalam pembelajaran.²¹ Torlakson menjelaskan, “STEM mengajarkan dan melatih siswa untuk terlibat dalam pemikiran kritis, penyelidikan, pemecahan masalah, kolaborasi, dan rekayasa sebagai pemikiran desain.” STEM memberikan dasar pemikiran secara sistematis terhadap materi atau permasalahan yang sedang dibahas.²² Pembelajaran STEM dapat menciptakan sumber daya manusia yang berpikir kritis, logis, sistematis dan meningkatkan minat belajar siswa. Penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran akan mendorong siswa untuk merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi, serta mampu mengasah pengetahuan kognitif, manipulatif, dan afektifnya.²³ Dengan demikian STEM dirancang untuk mempersiapkan siswa untuk menghadapi persaingan global dengan menghubungkan keempat aspek yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Keempat aspek dari STEM dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran.²⁴

Fisika merupakan salah satu cabang dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mempelajari semua fenomena

²¹Joko Siswanto, “Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa,” *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9.2 (2018), 133–37 <<https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>>.

²²Almahida Aureola Dywan dan Gamaliel Septian Airlanda, “Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa,” *Jurnal Basicedu*, 4.2 (2020), 344–54 <<https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353>>.

²³A. Thahir et al., “The Effectiveness of STEM Learning: Scientific Attitudes and Students’ Conceptual Understanding,” *Journal of Physics: Conference Series*, 1467.1 (2020) <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012008>>.

²⁴Alif Maulana Arifin, Heni Pujiastuti, dan Ria Sudiana, “Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa,” *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7.1 (2020), 59–73 <<http://journal.uny.ac.id/index.php/jrpmhttps://doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>>.

yang terjadi di alam semesta.²⁵ Fisika merupakan pelajaran yang didasarkan pada pengamatan eksperimen.²⁶ Untuk itu perlu adanya alat bantu untuk menunjang eksperimen pada pembelajaran fisika. Penggunaan papan *Arduino* untuk melakukan fisika eksperimen adalah cara yang sangat menarik untuk mengubah eksperimen sederhana menjadi eksperimen otomatis.²⁷ *Arduino* atau mikrokontroler adalah perangkat yang dapat mengontrol bagaimana komponen dalam rangkaian terhubung atau terputus secara independen. Perintah kontrol dapat dikontrol dari komputer atau diprogram oleh komputer menggunakan *Software Arduino IDE*.²⁸ *Arduino* memiliki beberapa jenis dan salah satunya adalah *Arduino Uno*. *Arduino Uno* merupakan papan elektronik yang menggunakan *ATmega328* sebagai processornya.²⁹ mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. *Arduino Uno* merupakan salah satu mikrokontroler yang sering digunakan dalam pembelajaran fisika di kelas. Dalam pembelajaran fisika *Arduino Uno* digunakan sebagai otak/pusat pengendali pada pembuatan alat peraga atau alat pendeteksi. Contohnya yaitu alat pendeteksi induksi magnet yang akan dibuat oleh peneliti sebagai projec pada perangka pembelajaran yang akan dikembangkan.

Keterampilan penting yang harus dikuasai oleh peserta didik pada abad 21 salah satunya yaitu keterampilan proses

²⁵ Yuberti, Ananto Hidayah. *Op.cit.* h. 21–27.

²⁶ Ummi Salamah, “Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Menggunakan Metode Eksperimen Berbasis Inkuiri Pada Materi Kalor,” *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5.1 (2017), 59–65.

²⁷ A. M.B. Goncalves, C. R. Cena, dan D. F. Bozano, “Driven damped harmonic oscillator resonance with an *Arduino*,” *Physics Education*, 52.4 (2017), 0–4 <<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa6cf0>>.

²⁸ Prima, Oktaviani, dan Sholihin. *Op.cit.* h. 1–5.

²⁹ Wahyu S J Saputra dan Chrystia Aji Putra, “*Arduino Uno* Pada Mesin Pemotong Kawat Warmesh Otomatis,” *Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA) ISSN*, 1 (2020), 110–15.

sains. Keterampilan proses sains merupakan pemahaman konsep ilmiah dengan melakukan tindakan dan pemikiran ilmiah untuk mendapatkan kemampuan-kemampuan berikutnya.³⁰ Keterampilan proses sains terdiri dari dua keterampilan yaitu keterampilan proses dasar (mengamati, merangkum, mengukur, mendeskripsi, mengomunikasikan, mengklasifikasikan, memprediksi, menggunakan hubungan ruang waktu dan menggunakan angka adalah bagian dari keterampilan proses dasar) dan keterampilan proses terpadu (mengidentifikasi variabel, membangun tabel data, membangun grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, memperoleh dan memproses data, menganalisis investigasi, membangun hipotesis, mendefinisikan variasi secara operasional, merancang penyelidikan, dan bereksperimen).³¹ Keterampilan proses sains ini berperan membantu peserta didik belajar mengembangkan pikiran dan mempelajari konsep-konsep sains.

Berdasarkan hasil pra penelitian dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang berupa angket kuesioner kepada pendidik di tiga sekolah jenjang SMA/MA di Lampung Timur menunjukkan bahwa pendidik memiliki permasalahan dalam proses pembelajaran fisika terutama pada penggunaan perangkat pembelajaran yang efektif untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik.

Pendidik di SMA Negeri 1 Pasir Sakti menggunakan perangkat pembelajaran berupa RPP, LKPD, dan buku cetak. RPP tersebut dibuat oleh Pendidik sendiri dan telah memuat pendekatan STEM didalamnya. LKPD yang dibuat oleh pendidik digunakan dalam pembelajaran fisika. Tetapi LKPD

³⁰Maison et al., "The phenomenon of psychology senior high school education: Relationship of students' attitudes toward physic, learning style, motivation," *Universal Journal of Educational Research*, 7.10 (2019), 2199–2207 <<https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071018>>.

³¹Darmaji et al. "Analisis keterampilan proses sains siswa pada materi cermin datar," *Jurnal Prndidikan*, 5.7 (2020), 13–19. <<http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>>

yang digunakan hanya memuat materi dan soal latihan saja, belum ada kegiatan ilmiah yang dapat menciptakan suasana pembelajaran yang baru dan menarik. LKPD yang digunakan belum dapat melatih keterampilan proses sains peserta didik sehingga motivasi peserta didik untuk mempelajari fisika pada materi induksi magnet rendah, hal tersebut membuat pendidik kesulitan untuk menyampaikan materi. Selain itu aspek-aspek STEM masih belum dapat di terapkan secara keseluruhan dalam kegiatan pembelajaran, baru dua aspek STEM yang dapat sudah diterapkan yaitu *science* (sains) dan *Mathematics* (matematika).

Pendidik di SMA Negeri 1 Labuhan Maringgai menggunakan perangkat pembelajaran berupa RPP, LKPD, dan buku cetak. RPP tersebut dibuat oleh Pendidik sendiri, tetapi RPP tersebut memuat pendekatan STEM didalamnya. LKPD yang dibuat oleh pendidik digunakan dalam pembelajaran fisika. Tetapi LKPD yang digunakan hanya memuat materi dan soal latihan saja, belum ada kegiatan ilmiah yang dapat menciptakan suasana pembelajaran yang baru dan menarik. LKPD yang digunakan belum dapat melatih keterampilan proses sains peserta didik sehingga motivasi peserta didik untuk mempelajari fisika pada materi induksi magnet rendah, hal tersebut membuat pendidik kesulitan untuk menyampaikan materi. Selain itu aspek-aspek STEM masih belum dapat di terapkan secara keseluruhan dalam kegiatan pembelajaran, baru dua aspek STEM yang dapat sudah diterapkan yaitu *science* (sains) dan *Mathematics* (matematika). Berbeda halnya dengan MA Ma'arif 06 Pasir Sakti yang hanya mengguna perangkat pembelajaran berupa RPP dan buku cetak. sehingga peserta didik kesulitan dalam memahami materi induksi magnet.

Berdasarkan hasil pra penelitian dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang berupa angket kuesioner kepada peserta didik ditiga sekolah jenjang SMA/MA di Lampung Timur menunjukkan bahwa Dari ketiga sekolah tersebut,

diketahui bahwa peserta didik sebanyak 85% berpendapat mengenai fisika sebagai mata pelajaran yang sulit dipahami, 64% tertarik dengan pelajaran fisika, 64% peserta didik berpendapat mengenai materi induksi magnet adalah materi yang sulit dipahami, 60% peserta didik menggunakan bahan belajar berupa buku cetak pada materi induksi magnet, 92% peserta didik belum pernah menggunakan LKPD praktikum dalam mempelajari induksi magnet, 84% peserta didik tertarik menggunakan LKPD praktikum untuk mempelajari induksi magnet.

Melihat dari hasil pra penelitian di SMA Negeri 1 Pasir Sakti, SMA Negeri 1 Labuhan Maringgai, dan MA Ma'arif 06 Pasir Sakti masih rendahnya keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini berdasarkan hasil pra penelitian peserta didik yang telah dicocokkan berdasarkan indikator keterampilan proses sains menunjukkan bahwa nilai persentase keterampilan proses sains peserta didik masuk kriteria rendah. Nilai persentase di SMA Negeri 1 Pasir Sakti masuk kriteria sedang sebesar 72%, kemudian di SMA Negeri 1 Labuhan Maringgai masuk kriteria sedang sebesar 71% dan di MAS Ma'arif 06 Pasir Sakti masuk kriteria sedang sebesar 70%.³² Selama ini penggunaan perangkat pembelajaran yang efektif di sekolah belum di maksimalkan terutama saat kegiatan belajar mengajar materi induksi magnet. Sehingga berdasarkan hasil pra penelitian dapat diketahui bahwa perangkat pembelajaran yang tersedia masih kurang efektif dalam memotivasi peserta didik untuk mempelajari fisika dan belum dapat melatih keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa perlu pengembangan perangkat pembelajaran yang terintegrasi dengan pendekatan STEM yang dapat memotivasi peserta didik dalam mempelajari fisika serta melatih keterampilan proses sains.

³²Peserta Didik, *Angket Kuesioner Peserta Didik* (SMAN 1 Pasir Sakti, SMAN 1 Labuhan Maringgai, dan MA Ma'arif 06 Pasir Sakti, 2021).

Fisika merupakan salah satu cabang dari Ilmu Pengetahuan Alam yang berkaitan erat dengan gejala dan fenomena yang terjadi di alam semesta, namun konsep fisika yang dipelajari peserta didik di sekolah cenderung bersifat abstrak dan konkret. Selain gejala dan fenomena alam fisika juga merupakan ilmu pengetahuan alam yang menekankan pada kegiatan ilmiah di laboratorium. Kegiatan ilmiah di laboratorium memerlukan perangkat yang dapat dioperasionalkan dalam pembelajaran. Salah satu perangkat yang dimaksud adalah lembar kerja peserta didik (LKPD). Namun lembar kerja atau LKPD yang ada belum mengakomodasi pendekatan ilmiah dalam kurikulum 2013. Sehingga perlu adanya pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) praktikum yang terintegrasi dengan pendekatan STEM dan bermuatan keterampilan proses sains untuk mengakomodasi kegiatan ilmiah di laboratorium. Beberapa diantara konsep fisika yang dipelajari pada jenjang SMA, sebesar 64% peserta didik beranggapan bahwa materi induksi magnet merupakan materi yang sulit untuk dipahami.

Penelitian terdahulu yang berjudul: Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering And Mathematics*) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Materi Gelombang Cahaya, Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Science, Technology, Engineering And Mathematics* dengan Modifikasi ADDIE Sub Materi Suhu, Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik, Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Dengan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif, Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model *Project Based Learning* Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik Kelas VIII SMP, Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menggunakan Pendekatan STEM Pada Tema

Energi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Di Kelas 4 SD, Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) Untuk Mahasiswa Prodi PGSD. Dari hasil penelitian yang dilakukan, bahwa perangkat pembelajaran mendapat respon baik dari peserta didik. Namun pada pengembangan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan oleh peneliti di atas belum mengembangkan LKPD praktikum berbasis STEM pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains dengan *Arduino Uno* sehingga menurut peneliti perlu pengembangan perangkat pembelajaran STEM berupa RPP dan LKPD praktikum pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains dengan *Arduino Uno*.

Kebaruan penelitian yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu yaitu, pada penelitian ini peneliti mengembangkan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD praktikum berbasis STEM bermuatan keterampilan proses sains menggunakan *Arduino Uno*. RPP yang dikembangkan memuat langkah-langkah pendekatan STEM dan LKPD praktikum memuat aspek-aspek STEM dan indikator keterampilan proses sains yang digunakan untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik. Dalam LKPD memuat kegiatan/*project* pembuatan alat pendeteksi induksi magnet menggunakan *Arduino Uno*. *Arduino Uno* berfungsi sebagai perangkat yang digunakan dalam *project* pembuatan alat pendeteksi induksi magnet dan alat tersebut akan di gunakan pada kegiatan praktikum pada LKPD praktikum. Selain itu, dalam LKPD praktikum ini peneliti mengembangkan materi fisika pada pokok bahasan induksi magnet.

Berdasarkan penjelasan diatas peneliti menganggap amat penting untuk melakukan pengembangan dan penelitian dengan judul **“Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM Berbantuan *Arduino Uno* pada Materi Induksi Magnet Bermuatan Keterampilan Proses Sains”**.

D. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan sebagai berikut:

1. Belum maksimalnya pemanfaatan teknologi pada kegiatan ilmiah dalam proses pembelajaran.
2. Perangkat pembelajaran yang di gunakan kurang menarik dan belum dapat mengimplementasikan aspek STEM secara keseluruhan.
3. Perangkat pembelajaran yang digunakan belum dapat melatih keterampilan proses sains peserta didik.
4. Belum dikembangkannya perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD praktikum berbasis STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains.
5. Guru membutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat membantu proses pembelajaran fisika.
6. Kurangnya ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran fisika.
7. Peserta didik merasa kesulitan pada materi induksi magnet.

E. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan, peneliti membatasi penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Peneliti membatasi penelitian ini pada pengembangan perangkat pembelajaran STEM berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan LKPD praktikum saja.
2. LKPD memuat kegiatan membuat alat pendeteksi induksi magnet dengan *Arduino Uno* dan kegiatan praktikum di dalamnya.
3. Implementasi produk dibatasi pada uji kelayakan serta uji praktikalitas guru dan respon peserta didik terhadap perangkat pembelajaran STEM.

F. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains?
2. Bagaimana kelayakan perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains?
3. Bagaimana respon pendidik dan peserta didik terhadap perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains?

G. Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains.
2. Untuk mengetahui kelayakan produk berupa perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains.
3. Mengetahui respon pendidik dan peserta didik terhadap perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains.

H. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Perangkat pembelajaran STEM pada materi induksi magnet dikelas XII SMA/MA yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan ajar peserta didik yang tersusun secara sistematis, untuk mempermudah dalam mengarahkan peserta didik ketika proses pembelajaran mandiri dan memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep fisika.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Memberikan pengetahuan tentang bagaimana mengembangkan perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses.

b. Bagi Pendidik

RPP yang merupakan produk dari hasil penelitian yang dapat dijadikan sebagai acuan Pendidik untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar agar lebih terarah dan berjalan secara efektif. LKPD praktikum dapat dijadikan sebagai media pembelajaran untuk membantu proses pembelajaran sehingga proses belajar menjadi lebih bervariasi dan dapat memotivasi peserta didik dalam pembelajaran fisika serta dapat melatih keterampilan proses sains peserta didik.

c. Bagi Peserta Didik

Memberikan pembelajaran fisika yang inovatif dan menarik untuk memecahkan suatu masalah melalui kegiatan ilmiah. Dengan menggunakan LKPD praktikum membantu peserta didik agar aktif ketika kegiatan pembelajaran dan dapat melibatkan diri secara langsung dalam kegiatan praktikum.

d. Bagi Sekolah

LKPD praktikum dapat digunakan sebagai acuan media pembelajaran untuk peserta didik.

I. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

1. Sa'idah, Muh. Makhrus, Aris Doyan. **Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering And Mathematics*) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Gelombang Cahaya.** Penelitian pengembangan

(*Research and Depelovment*) ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk berupa perangkat pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering and mtehematics*) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi gelombang cahaya yang valid. Penelitian ini menggunakan model 4D yang terdiri atasi *Define, Design, Develop* dan *Disseminate*. Produk yang dikembangkan adalah Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan instrumen tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Validitas produk pengembangan dinilai oleh enam validator ahli yang dianalisis dengan menggunakan skala likert. Berdasarkan hasil validasi dari validator bahwa keseluruhan perangkat yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid. Berdasarkan interpretasi data tersebut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa perangkat pembelajaran STEM yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi gelombang cahaya.³³

2. Sujito, ShelitaDwi S., Hari Wisodo, Asim, Kadim Masjkur, Sentot Kusairi. **Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Science, Technology, Engineering And Mathematics* dengan Modifikasi ADDIE Sub Materi Suhu.** Perangkat pembelajaran yang dikembangkan pada penelitian ini yaitu RPP dan LKPD. Modifikasi dilakukan pada tahap implementation dan evaluation yang dilakukan dalam tiga siklus. Tahap implementation dilakukan dengan LS dan tahap evaluation dilakukan

³³Aris Doyan, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Materi Gelombang Cahaya.," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6 (2021), 794–99.

dengan refleksi hasil LS. Siklus dilakukan tiga kali untuk mendapatkan perangkat pembelajaran yang baik dan benar. Hasil LS siklus pertama yaitu terdapat perbaikan pada upaya memfokuskan peserta didik dan mengenalkan serta menjelaskan alat-alat yang digunakan dalam percobaan. Hasil LS siklus kedua yaitu perlu memberikan video ilustrasi tentang prinsip kerja alat *thermoelectric* generator. Hasil LS siklus ketiga yaitu perlu memperhatikan dan mengetahui peserta didik yang memerlukan bimbingan lebih dibandingkan peserta didik lainnya dengan pendidik lebih aktif memantau setiap kelompok dan anggota kelompok tersebut.³⁴

3. Muhammad Rasyid Ridha, Muhammad Zuhdi, Syahrial Ayub. **Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Berbasis STEM Dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik.** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berupa perangkat pembelajaran model PjBL berbasis STEM dalam meningkatkan kreativitas peserta didik yang valid, efektif, dan praktis. Penelitian ini termasuk dalam *Research and Development* (R&D) dengan model Borg & Gall. Produk yang dikembangkan yaitu silabus, rancangan pelaksanaan pembelajaran (RPP), lembar kerja peserta didik (LKPD), dan instrumen tes kreativitas. Efektivitas perangkat pembelajaran model PjBL berbasis STEM diperoleh dari hasil pretest dan posttest dengan analisis menggunakan uji N-Gain. Kepraktisan perangkat pembelajaran menggunakan angket respon guru dan peserta didik. Hasil analisis kevalidan perangkat pembelajaran

³⁴Sentot Kusairi Sujito, ShelitaDwi S., Hari Wisodo, Asim, Kadim Masjkur, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Science, Technology, Engineering And Mathematics dengan Modifikasi Addie Sub Materi Suhu," *Seminar Nasional FST 2018 Universitas Kanjuruhan Malang PENGEMBANGAN*, 1 (2018), 718–23.

menggunakan skala likert menunjukkan rata-rata kategori sangat layak. Hasil analisis angket respon guru dan peserta didik menunjukkan kepraktisan sebesar berturut-turut 4.00 (sangat baik) dan 3.17 (baik). Sehingga, dapat disimpulkan perangkat pembelajaran model PjBL berbasis STEM dikembangkan valid, efektif dan praktis digunakan untuk meningkatkan kreativitas peserta didik.³⁵

4. Edwardo Subagyo, Mustaji, Andi Mariono. **Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Dengan Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif** Penelitian ini adalah penelitian pengembangan menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implementation, dan Evaluate*) penelitian ini bertujuan untuk membuat perangkat *project based learning* dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif. Berdasarkan pada uji validasi yang dilakukan pada para ahli yakni ahli perangkat pembelajaran, ahli media dan ahli materi dinyatakan bahwa perangkat PjBL layak digunakan dalam pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif.³⁶

5. Ridha Fajria, Yerizon, Edwin Musdi, Dony Permana. **Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model *Project Based Learning* Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif**

³⁵Muhammad Rasyid Ridha, Muhammad Zuhdi, dan Syahrial Ayub, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik berbasis STEM dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7 (2022), 223–228.

³⁶Edwardo Subago, Mustaji, dan Andi Mariono, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Pjbl Dengan Pendekatan Stem Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6.X (2021), 34–41 <<https://doi.org/10.32832/educate.v6i1.3989>>.

Peserta Didik Kelas VIII SMP. Penelitian ini bertujuan untuk merancang perangkat pembelajaran yang valid, praktis dan efektif berupa RPP dan LKPD berbasis STEM-PjBL pada Peserta didik kelas VIII SMP. Penelitian pengembangannya dilakukan dengan menggunakan model pengembangan Plomp, yang terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap penelitian pendahuluan, tahap pengembangan atau prototyping dan tahap penilaian. Data dikumpulkan melalui angket, wawancara dan lembar pengamatan. Analisis data validitas menunjukkan bahwa perangkat yang dihasilkan dalam kategori sangat valid. Pada analisis data praktikalitas, diperoleh bahwa perangkat pembelajaran matematika telah. Perangkat pembelajaran sudah efektif berdasarkan pada hasil belajar. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEM-PjBL yang dikembangkan telah valid, praktis dan efektif.³⁷

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan di atas, dapat ditemukan adanya persamaan dan perbedaan antara penelitian di atas dengan penelitian yang akan dilakukan. Persamaan penelitian ini dengan penelitian relevan lainnya yaitu:

a. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)*

b. Instrumen penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah instrumen angket yaitu angket validasi ahli media dan ahli materi.

³⁷Ridha Fajria, Edwin Musdi, dan Dony Permana, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model Project Based Learning Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik Kelas VIII SMP," *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 10.1 (2022), 92–102 <<https://doi.org/10.25273/jems.v10i1.11918>>.

Perbedaannya terletak pada :

- a. Mata pelajaran yang digunakan
Mata pelajaran pada penelitian yang dilakukan Sa'idah, Muh. Makhrus, Aris Doyan yaitu fisika pada materi gelombang cahaya. Pada penelitian Sujito, ShelitaDwi S., Hari Wisodo, Asim, Kadim Masjkur, Sentot Kusairi yaitu fisika pada materi suhu. Pada penelitian Ridha Fajria, Yerizon, Edwin Musdi, Dony Permana yaitu pada mata pelajaran matematika.. Sedangkan pada penelitian ini membahas tentang mata pelajaran fisika materi induksi magnet.
- b. Model yang digunakan pada penelitian
Model pada penelitian yang dilakukan Sa'idah, Muh. Makhrus, Aris Doyan menggunakan model 4 D. Pada penelitian Urip Muhayat Wiji Wahyudi, Hari Wibawanto dan Wahyu Hardyanto menggunakan model Borg & Gall. Pada penelitian Ridha Fajria, Yerizon, Edwin Musdi, Dony Permana menggunakan model plomp. Pada penelitian Mansyur Husain, Mohamad Jahja, Muhamad Yusuf menggunakan model Borg and Gall. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analisis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).
- c. Produk yang di kembangkan Berbantu *Arduino Uno* (di mana pada kegiatan pembelajaran terdapat *project* pembuatan alat pendeteksi induksi magnet menggunakan *Arduino Uno* dan alat tersebut akan di gunakan pada kegiatan praktikum)
- d. LKPD yang di kembangkan pada penelitian ini berupa LKPD praktikum. untuk peserta didik.

J. Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini terbagi kedalam lima bab, meliputi pendahuluan, landasan teori, metode penelitian, hasil dan pembahasan penelitian, dan penutup.

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini mencakup penjelasan mengenai penegasan judul, latar belakang, rumusan, tujuan, manfaat, kajian penelitian terdahulu, dan sistematika penulisan.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini menjelaskan mengenai deskripsi teoritik dan teori-teori pengembangan produk.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menunjukkan keterangan tempat dan waktu penelitian, desain penelitian, prosedur penelitian, spesifikasi produk, subjek uji coba penelitian, instrument penelitian, uji coba produk, dan Teknik analisis data.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memaparkan hasil dan pembahasan dalam penelitian.

5. BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan penulis terhadap seluruh pembahasan yang ada pada bab-bab sebelumnya.

BAB II LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teoritik

1. Pengembangan Perangkat Pembelajaran

a. Definisi Pengembangan

Pengembangan adalah suatu proses mendesain pembelajaran secara logis, dan sistematis dalam rangka untuk menetapkan segala sesuatu yang akan dilaksanakan dalam proses kegiatan belajar dengan memperhatikan potensi dan kompetensi peserta didik.³⁸

Menurut peneliti, pengembangan adalah Suatu bentuk usaha yang dilakukan secara sadar, terencana dan teratur untuk membuat atau memperbaiki suatu produk, sehingga produk tersebut bermanfaat untuk meningkatkan mutu ilmu pengetahuan dan teknologi.

b. Definisi Perangkat Pembelajaran

Perangkat Pembelajaran merupakan salah satu komponen pembelajaran yang harus dipersiapkan oleh guru sebelum melaksanakan kegiatan pembelajaran. Menurut Rusman Perangkat pembelajaran adalah hal-hal yang harus dipantau sehingga pelaksanaan pembelajaran lebih terarah untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.³⁹ Oleh karena itu, Kunandar menjelaskan bahwa “setiap guru pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun perangkat pembelajaran yang lengkap, sistematis agar pembelajaran dapat berlangsung secara interaktif,

³⁸Abdul Majid, *Loc.cit.*

³⁹Rusman, *Model-model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru* (Jakarta : RajaGrafindo Persada, 2012), h. 126.

inspirasi, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif”.⁴⁰

Perangkat pembelajaran dapat meliputi: Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kegiatan Siswa (LKS), buku siswa dan alat peraga. Lebih lanjut dalam Permendikbud No 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, menyatakan bahwa penyusunan perangkat pembelajaran merupakan bagian dari perencanaan pembelajaran yang meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), media dan sumber belajar serta instrumen penilaian pembelajaran.⁴¹

Penelitian ini hanya akan mengembangkan perangkat pembelajaran STEM berupa RPP dan LKPD. Secara rinci perangkat tersebut akan diuraikan sebagai berikut.

1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

a) Pengertian Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) adalah suatu rencana yang menggambarkan prosedur, dan pengorganisasian pembelajaran sebagai bentuk pencapaian satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam standar isi dan dijabarkan dalam silabus..⁴²

Berdasarkan Permendikbud No 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses

⁴⁰Kunandar, *Penilaian Autentik (Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik Berdasarkan Kurikulum 2013)*. (Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2014), h. 6.

⁴¹Kemendikbud .(2016). Permendikbud No.22 Tahun 2016, *tentang Standar Proses Pendidikan Dan Menengah*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

⁴²Netriwati, “*Microteaching Matematika*”,(Surabaya: CV Gemilang, 2018), h. 61.

Pendidikan Dasar dan Menengah, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih. RPP dikembangkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran peserta didik dalam upaya mencapai Kompetensi Dasar (KD).

b) Fungsi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Fungsi dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran adalah:

a. Fungsi Perencanaan

Rencana pelaksanaan pembelajaran hendaknya dapat memotivasi guru untuk lebih siap dan percaya diri melakukan kegiatan pembelajaran.

b. Fungsi Pelaksanaan

Rencana Pelaksanaan pembelajaran harus disusun secara sistematis, utuh dan menyeluruh, dengan beberapa kemungkinan dalam penyesuaian dalam situasi pembelajaran yang aktual.

c) Komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Berdasarkan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 mengemukakan komponen RPP yaitu:

a. Identitas sekolah yaitu nama satuan pendidikan;

- b. Identitas mata pelajaran atau tema/subtema;
- c. Kelas/semester;
- d. materi pokok;
- e. Alokasi waktu ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar dengan mempertimbangkan jumlah jam pelajaran yang tersedia dalam silabus dan KD yang harus dicapai;
- f. Tujuan pembelajaran yang dirumuskan berdasarkan KD, dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan;
- g. Kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi;
- h. Materi pembelajaran;
- i. Metode pembelajaran;
- j. Media pembelajaran;
- k. Sumber belajar,;
- l. Langkah-langkah pembelajaran dilakukan melalui tahapan pendahuluan, inti, dan penutup; dan m. penilaian hasil pembelajaran.
- m. Penilaian hasil pembelajaran.

d) Prinsip Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Berdasarkan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 mengemukakan prinsip-prinsip dalam penyusunan RPP, yaitu:

- a. Perbedaan individual peserta didik antara lain kemampuan awal, tingkat intelektual, bakat, potensi, minat, motivasi belajar, kemampuan sosial,

emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.

- b. Partisipasi aktif peserta didik.
- c. Berpusat pada peserta didik untuk mendorong semangat belajar, motivasi, minat, kreativitas, inisiatif, inspirasi, inovasi dan kemandirian.
- d. Pengembangan budaya membaca dan menulis yang dirancang untuk mengembangkan kegemaran membaca, pemahaman beragam bacaan, dan berekspresi dalam berbagai bentuk tulisan.
- e. Pemberian umpan balik dan tindak lanjut RPP memuat rancangan program pemberian umpan balik positif, penguatan, pengayaan, dan remedi.
- f. Penekanan pada keterkaitan dan keterpaduan antara KD, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indicator pencapaian kompetensi, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar.
- g. Mengakomodasi pembelajaran tematik-terpadu, keterpaduan lintas mata pelajaran, lintas aspek belajar, dan keragaman budaya.
- h. Penerapan TIK secara terintegrasi, sistematis, dan efektif sesuai situasi dan kondisi.

e) Prinsip Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Prinsip yang harus diperhatikan dalam melakukan pengembangan rencana pelaksanaan pembelajaran, yaitu:

- a) Kompetensi dirumuskan menjadi rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP).
- b) Rencana pelaksanaan pembelajaran bersifat sederhana dan fleksibel.
- c) Kegiatan disusun dan dikembangkan berdasarkan kompetensi dasar yang akan diwujudkan.
- d) RPP dikembangkan secara utuh, menyeluruh dan pencapaiannya jelas.
- e) Mengkoordinasi antara komponen pelaksanaan program di sekolah.⁴³

f) Langkah-langkah Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan pengembangan rencana pelaksanaan pembelajaran adalah:

- a. Mengidentifikasi dan Mengelompokkan Kompetensi Mata Pelajaran

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat mengidentifikasi kompetensi, yaitu unsur proses dan produk memiliki sifat spesifik dan dikemas dalam bentuk nyata.

- b. Mengembangkan Materi Standar

Materi standar mencakup tiga komponen utama, yaitu ilmu pengetahuan, proses dan nilai-nilai yang

⁴³ *Ibid.* h. 204.

dapat diperinci sesuai dengan kompetensi dasar, serta visi dan misi sekolah.

c. Menentukan Metode Pembelajaran

Beberapa metode pembelajaran adalah sebagai berikut.

- Metode demonstrasi.
- Metode eksperimen.
- Metode ceramah.
- Metode tanya jawab.
- Metode diskusi.

d. Merencanakan Penilaian

Penilaian hendaknya dilakukan berdasarkan apa yang dilakukan siswa selama proses pembelajaran dan pembentukan kompetensi..

g) Cara Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Adapun langkah-langkah penyusunan RPP yaitu

- a. Mengisi kolom identitas yang terdapat di RPP antara lain kolom identitas mata pelajaran, kolom kode, kolom besaran sks, dan kolom semester.
- b. Menentukan alokasi waktu RPP untuk beberapa pertemuan. Kompetensi dasar dan materi pokok pembelajaran dalam silabus membutuhkan waktu lebih dari 2 x 50 menit atau lebih dari 3 x 50 menit, dalam penyusunan RPP dapat diperinci lagi atau bisa saja diprogramkan untuk dua atau tiga kali tatap muka.
- c. Menentukan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), dan indikator didalam silabus yang telah disusun.

- d. Merumuskan tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi inti dan kompetensi dasar, serta indikator yang telah ditentukan.
- e. Mengidentifikasi materi standar berdasarkan materi pokok.
- f. Menentukan metode pembelajaran yang digunakan..
- g. Merumuskan pembelajaran, Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut.
 - 1. Tahap awal meliputi materi pembelajaran, kegunaan materi, hubungan materi dengan entry behavior dan indikator ketercapaian.
 - 2. Tahap penyajian berisi beberapa kegiatan inti, meliputi “uraian” yang menggunakan metode tertentu yang disampaikan secara verbal atau menggunakan media tertentu. Misalnya; grafik, gambar, realita dan cara lainnya.
 - 3. Tahap terakhir berisi latihan-latihan yang diberikan guru kepada siswa. Memiliki fungsi yaitu siswa dilatih untuk menerapkan konsep-konsep yang diberikan oleh guru ke bentuk kegiatan operasional.
 - 4. Tahap penutup meliputi pelaksanaan tes atau posttest, umpan balik, serta tindak lanjut.
- h. Menentukan bahan atau sumber belajar.
- i. Menyusun penilaian meliputi lembar pengamatan, contoh soal, serta teknik penskoran (kuis, pertanyaan lisan di kelas, ulangan harian, tugas individu,

tugas kelompok, ulangan blok, dan lain-lainnya).⁴⁴

2) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

a) Pengertian Lembar Kerja Peserta Didik

Dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah perlu adanya bahan ajar untuk menunjang proses pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran adalah Lembar Kerja Siswa (LKS) atau sekarang berubah menjadi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Setelah dikeluarkan dan diberlakukannya undang-undang no 20 tahun 2003 yang mengatur tentang pendidikan nasional dimana istilah siswa diganti menjadi peserta didik sehingga istilah Lembar Kerja Siswa (LKS) diganti menjadi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Menurut Andi Prastowo Lembar Kerja Peserta Didik adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk atau langkah-langkah pelaksanaan untuk menyelesaikan suatu tugas. Dimana tugas tersebut harus jelas kompetensi dasar yang akan dicapai oleh peserta didik.⁴⁵

⁴⁴*Ibid.* h. 205-210

⁴⁵Andi Prastowo, *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktik*, (Jakarta: Kencana, 2014), h.269.

b) Manfaat dan Tujuan Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)**a. Manfaat LKPD**

Hendro Darmodjo dan Jenry Kaligis menegaskan bahwa LKPD memiliki manfaat sebagai berikut:

- 1) Memudahkan pendidik untuk mengelola kegiatan pembelajaran.
- 2) Membantu pendidik mengarahkan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran untuk memahami atau menemukan konsep melalui aktivitas peserta didik itu sendiri.
- 3) Memudahkan pendidik mengamati keberhasilan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran.

b. Tujuan Penyusunan LKPD

Tujuan pembuatan LKPD dalam hal belajar mandiri antara lain:⁴⁶

- 1) Sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan pada kegiatan pembelajaran.
- 2) Sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan peserta didik dalam proses pembelajaran.
- 3) Sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya akan soal untuk berlatih.
- 4) Memudahkan pelaksanaan kegiatan pengajaran kepada peserta didik.

⁴⁶ Andi Prastowo. *Op cit.*, h.270

c) Unsur-unsur LKPD

LKPD secara umum terdiri atas enam unsur utama yang meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar atau materi pokok, informasi pendukung, tugas atau langkah kerja, dan penilaian. Sedangkan apabila dilihat dari formatnya, LKPD memuat setidaknya delapan unsur, delapan unsur tersebut meliputi: judul, kompetensi dasar yang akan dicapai, informasi singkat, tugas yang harus dilakukan, peralatan atau bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas, langkah kerja, waktu penyelesaian, dan laporan yang harus dikerjakan.

d) Langkah-langkah Membuat LKPD

Berikut adalah langkah-langkah penyusunan lembar kerja peserta didik:

- 1) Melakukan Analisis Kurikulum Tematik.
- 2) Menyusun Peta Kebutuhan LKPD.
- 3) Menentukan Judul-judul LKPD.
- 4) Penulisan LKPD.

Langkah-langkah yang perlu dilaksanakan dalam penulisan LKPD antara lain:

- 1) Merumuskan indikator materi.
- 2) Menentukan alat penilaian.
- 3) Menyusun Materi
 - a. Materi LKPD bergantung pada kompetensi dasar yang akan dicapai.
 - b. Materi didapat dari berbagai sumber, seperti buku, majalah, internet, dan jurnal hasil penelitian.

- c. Refrensi diberikan untuk mempertajam pemahaman peserta didik.
- d. Tugas-tugas ditulis dengan jelas untuk mengurangi pertanyaan dari peserta didik.
- e. Memerhatikan Struktur LKPD.

e) Syarat LKPD yang Baik

Darmodjo dan Kaligis menjelaskan Lembar kerja peserta didik (LKPD) yang disusun harus memenuhi persyaratan-persyaratan berikut yaitu, syarat didaktik, syarat kontruksi dan syarat teknik.

1) Syarat Didaktik

Lembar kerja peserta didik yang berkualitas harus memenuhi syarat-syarat didaktik sebagai berikut :

- a) Memperhatikan adanya perbedaan individu sehingga dapat digunakan oleh seluruh peserta didik yang memiliki kemampuan berbeda serta mengajak peserta didik aktif dalam proses pembelajaran sehingga LKPD berfungsi sebagai petunjuk bagi peserta didik untuk mencari tahu.
- b) Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep-konsep tertentu.
- c) Memiliki variasi stimulus melalui media dan kegiatan peserta didik dalam proses pembelajaran.
- d) Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral

dan estetika pada diri peserta didik sehingga tidak hanya ditunjukkan untuk mengenal fakta-fakta dan konsep-konsep akademis maupun juga kemampuan sosial dan psikologis.

2) Syarat Konstruksi

Adapun lembar kerja peserta didik yang berkualitas harus memenuhi syarat-syarat konstruksional sebagai berikut:

- a) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik.
- b) Menggunakan struktur kalimat yang jelas.
- c) Memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.
- d) Menghindari pertanyaan yang terbuka.
- e) Tidak mengacu pada buku sumber yang diluar kemampuan keterbacaan siswa.
- f) Menyediakan ruang yang cukup untuk memberikan keleluasan pada peserta didik untuk menulis maupun menggambarkan pada LKPD yang diberikan.
- g) Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek didalam pembuatannya.
- h) Lebih banyak menggunakan ilustrasi daripada kata-kata, sehingga akan

mempermudah peserta didik diisyaratkan LKPD.

- i) Memiliki tujuan belajar yang jelas serta manfaat dari pembelajaran itu sebagai sumber motivasi.
- j) Mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya.

3) Syarat Teknis

Adapun LKPD dapat digolongkan dalam kategori baik apabila memenuhi syarat teknis sebagai berikut:

a) Tulisan

Tulisan dalam LKPD harus memperhatikan hal-hal berikut:

- 1) Menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin/romawi.
- 2) Menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik.
- 3) Menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban peserta didik.
- 4) Menggunakan perbandingan antara huruf dan gambar dengan serasi.

b) Gambar

Gambar yang baik adalah yang menyampaikan pesan secara efektif pada pengguna LKPD.

c) Penampilan

Penampilan dibuat menarik agar menjadi pusat perhatian peserta didik saat belajar.

f) Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan LKPD

Menurut Pandoyo, Kelebihan dari penggunaan LKPD adalah :⁴⁷

- 1) Meningkatkan aktivitas siswa belajar.
- 2) Mendorong siswa mampu bekerja sendiri.
- 3) Membimbing siswa secara baik ke arah pengembangan konsep.

Kelemahan dari lembar kerja peserta didik yaitu :

- 1) Soal-soal yang tertuang pada lembar kerja peserta didik cenderung monoton, bagian berikutnya pada bab setelah itu.
- 2) Hanya melatih peserta didik untuk menjawab soal, tidak efektif tanpa ada sebuah pemahaman konsep materi secara benar.
- 3) Menimbulkan pembelajaran yang membosankan bagi peserta didik yang tidak dipadukan dengan media yang lain.

g) Jenis-jenis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Menurut Alfia Fahmi Ada lima jenis LKPD yang umumnya biasa digunakan diantaranya sebagai berikut:

- 1) LKPD membantu peserta didik menemukan suatu konsep.
- 2) LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan.

⁴⁷Abdul Majid, *Strategi Pembelajaran*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014), h.375.

- 3) LKPD yang berfungsi sebagai penuntun belajar.
- 4) LKPD yang berfungsi sebagai penguatan.
- 5) LKPD yang berfungsi sebagai petunjuk praktikum.

2 STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

a. Pengertian Pembelajaran STEM (*Science Technology Engineering and Mathematics*)

Istilah STEM dikenalkan oleh NSF (*National Science Foundation*) Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai singkatan untuk “*Science, Technology, Engineering, & Mathematics*”. Jadi dalam konteks Indonesia, STEM merujuk kepada empat bidang ilmu pengetahuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) adalah suatu pendekatan dibentuk berdasarkan perpaduan beberapa disiplin ilmu yaitu Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika.⁴⁸ Pendekatan STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu yang termuat dalam STEM yaitu sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika. Melalui pendekatan STEM diharapkan peserta didik memiliki keterampilan belajar dan berinovasi yang meliputi berpikir kritis, kreatif, inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi.⁴⁹

⁴⁸Huswatun Hasanah, “Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis STEM Pada Materi Bangun Ruang,” *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, 3.1 (2020), 91–100 <<https://doi.org/10.31960/ijolec.v3i1.582>>.

⁴⁹Taza Nur Utami, Agus Jatmiko, dan Suherman Suherman, “Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan Science, Technology,

Menurut Jumiaty Winarni STEM ialah suatu pembelajaran secara terintegrasi antara sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk mengembangkan kreativitas siswa melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

John et al dalam Nurdin Arifin mengutarakan bahwa pendidikan STEM merupakan gabungan sains, teknologi, teknik, dan matematika yang dimana desain pembelajaran yang bertujuan untuk menawarkan pembelajaran yang memperdalam pembelajaran STEM melalui pembelajaran berbasis proyek dan penyelidikan, dimana pembelajaran berintegrasi STEM memberikan konsep-konsep yang ada dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika dilakukan secara bersama-sama, sehingga memungkinkan peserta didik untuk membuat koneksi lintas disiplin ilmu.⁵⁰ Pembelajaran STEM merupakan salah satu pembelajaran dan strategi yang dipandang sebagai suatu pendekatan yang dapat membuat perubahan yang signifikan pada abad ke 21.⁵¹ Pfeiffer, Ignatov, dan Poelmans menyatakan bahwa dalam pembelajaran STEM ketrampilan serta pengetahuan dipelajari secara bersamaan oleh peserta didik.⁵² Hal yang berbeda dari aspek STEM akan membutuhkan sebuah

Engineering, And Mathematics (STEM) pada Materi Segiempat,” *Desimal: Jurnal Matematika*, 1.2 (2018), 165 <<https://doi.org/10.24042/djm.v1i2.2388>>.

⁵⁰Nurdin Arifin, “Efektivitas Pembelajaran Stem Problem Based Learning Ditinjau Dari Daya Juang Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Pgsd,” *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 5.1 (2020), 31 <<https://doi.org/10.26737/jpmi.v5i1.1644>>.

⁵¹Nida’ul Khairiyah, *Pendekatan Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)* (Tuban Jawa Timur: Spasi Media, 2019).

⁵²Imam Bakhtiar, Lenny Kurniati, dan Akhmad Nayazik, “Effectiveness of STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Approach Towards Mathematics Learning Achievement on Point, Line and Field Material in Three Dimensions,” *Hipotenusa: Journal of Mathematical Society*, 2.1 (2020), 1–5 <<https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v2i1.1-5>>.

garis penghubung yang membuat keempat disiplin ilmu tersebut dapat dipelajari serta diterapkan secara bersamaan dalam pembelajaran.

Melalui penerapan pembelajaran STEM di sekolah diharapkan dapat membuat peserta didik menguasai ketrampilan dalam mengaplikasikan ilmu pengetahuan serta mampu memecahkan masalah.

b. Konsep Pembelajaran STEM

. Adapun definisi dari keempat komponen STEM telah dijabarkan oleh Torlakson yaitu sebagai berikut:

1. *Science*, merupakan ilmu tentang alam, yang mewakili hukum alam yang berhubungan dengan fisika, kimia, dan biologi dan pengobatan atau aplikasi dari fakta, prinsip, konsep dan konveksi terkait dengan disiplin ilmu tersebut.
2. *Technology*, merupakan keterampilan membuat sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan, dapat didefinisikan sebuah produk ilmu pengetahuan dan teknik. Atau merupakan keseluruhan sistem dari orang dan organisasi, pengetahuan, proses dan perangkat-perangkat yang kemudian menciptakan benda dan mengoperasikannya.
3. *Engineering*, merupakan pengetahuan rekayasa atau desain dan penciptaan benda buatan manusia dan sebuah proses untuk memecahkan masalah dengan memanfaatkan konsep-konsep dari ilmu pengetahuan dan matematika serta alat-alat teknologi untuk memecahkan sebuah masalah.
4. *Mathematic*, merupakan pengetahuan yang menghubungkan antara besaran, ruang, dan angka yang membutuhkan argument logis.

c. Aspek Pembelajaran STEM (*Science, Technology Engineering and Mathematics*)

Berikut ini aspek-aspek dalam pendekatan STEM:

1. *Science*, Kemampuan yang dimiliki peserta didik dalam mengeksplor berbagai informasi berdasarkan kemampuannya dalam pengetahuan.
2. *Technology*, Kemampuan yang dimiliki peserta didik untuk menentukan atau menciptakan *software* untuk membantu menyelesaikan permasalahan.
3. *Engineering*, Kemampuan yang dimiliki peserta didik dalam mengoperasikan *software* untuk membantu menyelesaikan permasalahan.
4. *Mathematics*, Kemampuan yang dimiliki oleh peserta didik dalam menganalisis, memberikan ide/gagasan untuk memperoleh serta mengamati kesimpulan kembali.⁵³

d. Karakteristik Pembelajaran STEM

Karakteristik pembelajaran STEM yaitu sebagai berikut :

1. Integrasi sains, teknologi, enjinereng, dan matematika dalam satu pengalaman belajar.
2. Kontekstual dengan kehidupan nyata (*real world application*).
3. Pembelajaran berbasis proyek.
4. Melibatkan siswa dalam kerja tim dalam penyelidikan.
5. Menyiapkan peserta didik untoi menjadi SDM yang mampu integratif.
6. Melibatkan siswa menerapkan keterampilan proses desain.

⁵³Nida'ul Khairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering dan Mathematics (STEM)*, (Tuban Jawa Timur: Spasi Media, 2019), h. 13

7. Mengembangkan soft skill dan keterampilan teknis.
8. Memberi siswa kesempatan untuk memperbaiki jawaban atau produk mereka.

e. Langkah-langkah Pembelajaran STEM

Berikut ini langkah-langkah pembelajaran STEM menurut *Laboy-Rush*:

1. *Reflection* (Refleksi)

Pada tahap ini membawa peserta didik pada kondisi masalah, lalu disediakan gagasan penyelidikan oleh peserta didik, dari pengetahuan yang diketahui peserta didik dikaitkan pada pengetahuan yang penting guna dipelajari peserta didik.

2. *Research* (Penelitian)

Tahap ini peserta didik diminta untuk mengamati serta mengumpulkan informasi melalui berbagai sumber. Peserta didik diharapkan untuk dapat mengembangkan pemahaman konseptual proyek serta konsep terkait.

3. *Discovery* (Penemuan)

Tahap ini peserta didik diminta untuk menghubungkan antara penelitian dengan informasi yang telah diketahui berdasarkan dengan apa yang dibutuhkan untuk penelitian. Beberapa proyek STEM melibatkan peserta didik yang bekerja dalam suatu kelompok.

4. *Aplication* (Aplikasi)

Tahap ini, setelah peserta didik selesai melakukan survei dan memperoleh data, mereka akan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan model untuk mendapatkan solusi yang tepat guna menyelesaikan masalah.

5. *Communication* (Komunikasi)

Langkah terakhir, setelah peserta didik menemukan jawaban dari model yang digunakan kemudian dipresentasikan model dan solusi yang didapat guna menyelesaikan permasalahan.⁵⁴

f. Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran STEM

Setiap strategi pembelajaran tentu memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penerapan dan pencapaian tujuan yang diharapkan, berikut kelebihan dari strategi pembelajaran STEM.

1. Menumbuhkan pemahaman tentang hubungan antara prinsip, konsep, dan keterampilan domain disiplin tertentu.
2. Membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dan memicu imajinasi kreatif dan berpikir kritis.
3. Membantu peserta didik untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan ilmiah.
4. Mendorong kolaborasi pemecahan masalah dan saling ketergantungan dalam kerja kelompok.
5. Memperluas pengetahuan peserta didik diantaranya pengetahuan matematika dan ilmiah.
6. Membangun pengetahuan aktif dan ingatan melalui pembelajaran mandiri.
7. Memupuk hubungan antara berpikir, melakukan dan belajar.
8. Meningkatkan minat peserta didik, partisipasi dan meningkatkan kehadiran.
9. Mengembangkan kemampuan siswa untuk menerapkan pengetahuan mereka.

⁵⁴Nida'ul Khairiyah, *Opcit*, h. 70.

Adapun kekurangan dalam penerapan model pembelajaran STEM.⁵⁵ yaitu sebagai berikut :

1. Memungkinkan peserta didik tidak tertarik terhadap salah satu bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).
2. Peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan.
3. Ada kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok.
4. Peserta didik gagal memahami integrasi yang terjadi secara alami antara pembelajaran STEM di dunia nyata sehingga menghambat pertumbuhan akademik peserta didik
5. Pendidik harus memahami benar integrasi bidang STEM dengan benar.

3. Keterampilan Proses Sains

a. Pengertian Keretampilan Proses Sains

Pembelajaran yang baik tidak hanya dilihat dari dinilai atau hasil belajar yang dicapai oleh seorang peserta didik semata, tetapi harus lebih ditekankan kepada bagaimana peserta didik dapat mengembangkan berbagai kemampuan dan keterampilannya, terutama keterampilan dengan menggunakan proses dan prinsip keilmuan ilmiahnya. Menurut Wahyana dalam Trianto keterampilan proses adalah keterampilan yang diperoleh dari latihan kemampuan mental, fisik dan sosial yang mendasar sebagai penerak kemampuan-kemampuan yang lebih tinggi.⁵⁶ Menurut Barringer dalam Abidin,

⁵⁵Halim Simatupang dan Dirga Purnama, *Handbook Best Practice Strategi Belajar Mengajar* (Surabaya: CV Pustaka Media Guru, 2019).

⁵⁶Trianto, *Model Pembelajaran Terpadu*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2013), h. 148

keterampilan proses sains merupakan proses pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk berpikir secara sistematis dan kritis dalam upaya memecahkan masalah.

b. Kemampuan Dalam Keterampilan Proses

Keterampilan proses di klasifikasikan menjadi dua yaitu keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu. Chiappetta dan Koballa mengklasifikasikan keterampilan proses sains dasar dan terpadu sebagai berikut:⁵⁷

1. Keterampilan proses sains dasar: Mengamati, Mengukur, Menyatakan pendapat, Memprediksi dan berkomunikasi.
2. Keterampilan proses sains terpadu: Mengendalikan Variabel, Mengajukan Hipotesis, Eksperimen, Menginterpretasi data.

c. Deskripsi Keterampilan Proses Sains

Adapun beberapa deskripsi mengenai beberapa keterampilan proses sains sebagai berikut:⁵⁸

1. Keterampilan Melakukan Observasi
Keterampilan melakukan observasi adalah kemampuan menggunakan panca indra untuk memperoleh data atau informasi.
2. Keterampilan Mengklasifikasi
Keterampilan mengklasifikasi adalah kemampuan untuk mengelompokkan aspek dan

⁵⁷ Afif Hafez Zeidan, Majdi Rashed Jayosi, Science Process Skills and Attitude toward Science among Palestinian Secondary School Students, (Palestine: *World Journal of Education*, Vo. 5, No. 1, 2015). 13

⁵⁸ Patta Bundu, *Penilaian Keterampilan Proses Dan Sikap Ilmiah Dalam Pembelajaran Sains SD*, (Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Direktorat Ketenagaan, 2006), h. 25-38

ciri-ciri tertentu. Keterampilan ini juga merupakan dasar pembentukan konsep.

3. Keterampilan Mengukur

Keterampilan dalam melakukan pengukuran memerlukan kemampuan-kemampuan dasar sebagai berikut: kemampuan memilih alat ukur, kemampuan menggunakan alat ukur, keterampilan menggunakan alat, kemampuan cara menerapkan hitungan terhadap alat ukur dan kemampuan cara menerapkan perhitungan terhadap alat ukur.

4. Keterampilan Memprediksi

Keterampilan memprediksi merupakan kemampuan untuk memperkirakan suatu aktivitas mengenai kejadian yang dapat diamati dan yang akan datang.

5. Keterampilan Menyimpulkan

Keterampilan menyimpulkan adalah kemampuan untuk menarik kesimpulan dan penjelasan dari hasil pengamatan yang telah dilakukan.

6. Keterampilan Mengkomunikasikan

Keterampilan mengkomunikasikan merupakan kemampuan untuk menyampaikan hasil kesimpulan dari pengamatan atau pengetahuan yang dimiliki kepada orang lain, baik secara lisan maupun tulisan.

7. Keterampilan Hipotesis

Keterampilan hipotesis adalah kemampuan dasar dalam kerja ilmiah. Hipotesis berupa dugaan yang didasari pemikiran logis antara setiap variable yang diselidiki sehingga dapat dijadikan pedoman dalam menyeleksi data apa saja yang harus dikumpulkan.

8. Keterampilan Eksperimen

Eksperimen merupakan suatu kegiatan yang mencakup seluruh keterampilan proses yang telah diuraikan.

d. Indikator Keterampilan Proses Sains

Menurut Muh. Tawil dan Liliarsari keterampilan proses sains memiliki beberapa indikator. Indikator-indikator tersebut yaitu:⁵⁹

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Proses Sains menurut Muh. Tawil dan Liliarsari

No	Indikator	Sub Indikator
1.	Mengobservasi	a. Menggunakan berbagai indera. b. Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan.
2.	Mengklasifikasi	a. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah. b. Mencari perbedaan/persamaan. c. Mengontraskan ciri-ciri. d. Membandingkan. e. Mencari dasar pengelompokkan.
3.	Menginterpretasi	a. Menghubung-hubungkan hasil pengamatan. b. Menemukan pola/

⁵⁹Muh. Tawil, liliarsari, *Keterampilan-Keterampilan Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*, (Universitas Negeri Makasar: Makasar,2014), h. 8

No	Indikator	Sub Indikator
		keteraturan dalam suatu seri pengamatan. c. Menyimpulkan.
4.	Memprediksi	a. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan. b. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan belum terjadi.
5.	Mengkomunikasikan	a. Mendeskripsikan/ menggambarkan data empiris hasil percobaan/ pengamatan dengan grafik/tabel. b. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas. c. Menjelaskan hasil percobaan. d. Membaca grafik/tabel. e. Mendiskusikan hasil kegiatan.
6.	Mengajukan pertanyaan	a. Bertanya apa, bagaimana; bertanya untuk diminta penjelasan. b. Mengajukan pertanyaan yang

No	Indikator	Sub Indikator
		berlatar belakang hipotesis.
7.	Mengajukan hipotesis	a. Mengetahui bahwa ada dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian. b. Menyadari bahwa saatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan melakukan pemecahan masalah atau dengan memperoleh bukti.
8.	Merencanakan percobaan	a. Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan. b. Menentukan variabel/ faktor penentu. c. Menentukan apa yang diukur, diamati, dan dicatat. d. Menentukan apa yang dilaksanakan berupa langkah kerja.
9.	Menggunakan alat/bahan/sumber	a. Memakai alat/bahan/sumber. b. Mengetahui alasan menggunakan alat/bahan/sumber.

No	Indikator	Sub Indikator
10.	Menerapkan konsep/ prinsip	a. Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru. b. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.
11.	Melakukan percobaan	a. Melakukan percobaan sesuai langkah-langkah percobaan yang sudah direncanakan.

e. Tujuan dan Peran Keterampilan Proses Sains

tujuan keterampilan proses pada pembelajaran IPA adalah sebagai berikut:

1. Menemukan dan membangun sendiri konsepsi serta dapat mendefinisikan secara benar untuk mencegah terjadinya kesalahan.
2. Mengembangkan pengetahuan teori atau konsep dengan kenyataan dalam kehidupan bermasyarakat.
3. Meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik, karena peserta didik dipacu untuk berpartisipasi secara aktif dan efisien dalam belajar.
4. Menuntaskan hasil belajar peserta didik secara serentak, baik keterampilan produk, proses maupun keterampilan kinerjanya.
5. Sebagai persiapan dan latihan dalam menghadapi kenyataan hidup di dalam masyarakat.

6. Untuk lebih memperdalam konsep, pengertian, dan fakta yang dipelajarinya.

Keterampilan proses perlu dikembangkan dalam pengajaran IPA karena keterampilan proses mempunyai peran-peran sebagai berikut:

1. Memberi kesempatan peserta didik untuk melakukan penemuan.
2. Membantu peserta didik mempelajari konsep-konsep sains.
3. Meningkatkan daya ingat.
4. Membantu peserta didik belajar mengembangkan pikirannya.
5. Meningkatkan daya ingat.
6. Memberi kepuasan dalam diri bila telah berhasil melakukan sesuatu.

4. *Arduino Uno*

a. *Pengertian Arduino Uno*

Arduino atau mikrokontroler adalah perangkat yang dapat mengontrol bagaimana komponen dalam rangkaian terhubung atau terputus secara independen. Perintah kontrol dapat dikontrol dari komputer atau diprogram oleh komputer menggunakan Software *Arduino*.⁶⁰

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis *ATmega328* (*datasheet*). Otak utama *Arduino Uno* adalah Atmel AVR *ATmega328*, blok plastik persegi panjang hitam dengan dua baris pin yang menonjol dari sisinya. Pada versi SMD, prosesor adalah salah satu dari keduanya kotak hitam kecil yang disolder langsung ke PCB.⁶¹ Untuk menyalakan

⁶⁰ Prima, Oktaviani, dan Sholihin. *Op.Cit*

⁶¹ Dale Wheat, *Arduino Internals*, (New York: TECHNOLOGY IN ACTION™, 2011) <<https://doi.org/10.1007/978-1-4302-3883-6>>.

mikrokontroler agar dapat digunakan, hanya cukup dengan menghubungkan *Board Arduino Uno* ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan menggunakan baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2.1 Mikrokontroler AT 328 (*Arduino Uno*)

b. Spesifikasi *Arduino Uno*

Berikut ini adalah karakteristik dari *Arduino Uno*:

1. Mikrokontroler AT 328.
2. Tegangan untuk operasi 5V.
3. Tegangan masukan (limit) 6V - 20V e. 14 pin I/O Digital (6 diantaranya sebagai *output* PWM).
4. Tegangan masukan (direkomendasikan) 7V – 12V
5. 6 pin *input* analog.
6. Arus DC per I/O 40mA h. Arus pada pin tegangan 3,3V 50mA i. Memori *flash* 32 KB j. SRAM 2KB
7. EEPROM 1KB l.
8. Kecepatan *clock* 16MHz.

c. Komponen *Arduino Uno*

Berikut ini merupakan komponen dari *Arduino Uno*

1) Daya

Arduino Uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. *Board Arduino* dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika tegangan *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai tegangan kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil.

2) Memori

ATmega328 mempunyai 2 KB *flash* memori untuk *bootloader* dan 32 KB flash memori untuk menyimpan kode. *ATmega328* juga mempunyai 1 KB untuk EEPROM dan 2 KB untuk SRAM.

3) *Input* dan *Output*

Pada *Arduino Uno* masing-masing dari 14 pin digitalnya dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* (), yang beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up* resistor (secara default terputus) dari 20-50 k Ohm.

4) Komunikasi

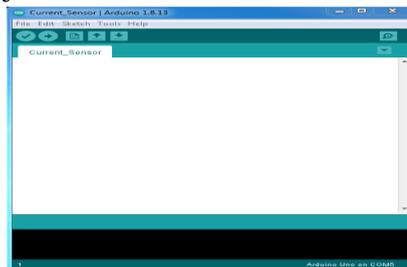
Pada board *Arduino Uno* memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, atau mikrokontroler lainnya. Pada *ATmega328* terdapat UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin *digital 0* (RX) dan 1 (TX). Sebuah *ATmega8* U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Namun, pada Windows diperlukan sebuah file inf.

5) Pemrograman

Arduino memiliki bahasa pemrograman yang sangat sederhana yang disebut bahasa *Arduino*, yang merupakan pengembangan dari bahasa C yang disederhanakan dan dipermudah dengan libraries. Untuk meng-compile dan meng-*upload* program ke board *Arduino* dapat menggunakan software *Arduino IDE (Integrated Development Environment)*.

d. *Arduino IDE*

IDE (*Ingrated Development Environment*) yang diperuntukan untuk membuat perintah atau *source code*, melakukan pengecekan kesalahan, kompilasi, upload program, dan menguji hasil kerja *Arduino* melalui serial monitor.



(a)



(b)

Gambar 2.2 (a). Tampilan jendela *Arduino IDE* (b). Fungsi-fungsi pada *Arduino IDE*.

Pada Gambar, *Arduino IDE* memiliki *toolbars IDE* yang memberikan akses instan ke fungsi fungsi yang penting, yaitu :

1. Tombol *Verify*, digunakan tombol y digunakan untuk memeriksa apakah kode Anda benar dan

bebas kesalahan sebelum Anda mengunggahnya ke papan *Arduino*.

2. Tombol *Upload*, digunakan untuk mengkompilasi program dan mengupload ke papan *Arduino*.
3. Tombol *News*, digunakan untuk membuka lembar kerja baru
4. Tombol *Open*, untuk membuka program yang ada di file system.
4. Tombol *Save*, digunakan untuk menyimpan program yang dikerjakan.
5. Serial *Monitor*, digunakan untuk Menampilkan data serial yang dikirim dari *Arduino*.
6. Tombol *Stop*, untuk menghentikan serial number yang sedang dijalankan.⁶²

Arduino IDE adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. *Arduino IDE* terdiri dari:

1. *Editor program*, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* didalam papan *Arduino*.

e. Bahasa C pada *Arduino Uno*

Berikut perintah yang digunakan untuk memrogram *Arduino* berdasarkan kategorinya :

⁶²Michael McRoberts, *Beginning Arduino, Beginning Arduino* (United States of America: Paul Manning, 2013) <<https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5017-3>>.

1. Stuktur Pemrograman C

Struktur penulisan bahasa pemrograman C pada *Arduino* mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, diantaranya :

a) *Void setup() { }*

Setiap kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program *Arduino* untuk pertama kalinya. Contoh :

```
void setup() { // Set jumlah kolom dan baris
LCD lcd.begin(16, 2); // Buat tulisan di LCD
lcd.print("hello"); }.
```

b) *Void loop() { }*

Fungsi pemrograman ini akan dijalankan setelah fungsi setup (fungsi void setup) selesai. Fungsi ini akan dijalankan secara terus – menerus sampai catu daya (power) dilepas. Contoh : *void loop() { lcd.setCursor(0, 1); // Cetak jumlah detik sejak reset terakhir lcd.print(millis()/1000); }.*

f. Kelebihan *Arduino*

Arduino memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, kelebihan *Arduino* yaitu:

1. Murah *Board Arduino* biasanya dijual relatif murah. Sekarang *Arduino* juga banyak tersedia versi kloningan (tiruan) dengan harga yang lebih murah dari versi originalnya yang merupakan pabrikan Italia.
2. Sederhana dan Mudah Pemrogramannya – Bahasa pemrograman *Arduino* sangat fleksibel karena hampir mendekati bahasa manusia.

3. *Software Open Source* – Perangkat lunak *Arduino IDE* berbasis *Open Source*, dan dapat dikembangkan pemrograman lebih lanjut.
4. *Hardware Open Source* Perangkat keras *Arduino* berbasis mikrokontroler *Atmega8*, *Atmega168*, *ATmega328*, dan *Atmega2650*. Dengan demikian sangat mudah membuat dan menjual *board Arduino*. *Bootloader Arduino* juga tersedia langsung dari perangkat lunak *Arduino IDE*.

g. **Komponen Alat Pendeteksi Induksi Magnet**

1) **Soket USB (*Universal Serial Bus*)**

Soket USB adalah soket kabel USB yang disambungkan ke komputer atau laptop, yang berfungsi untuk mengirimkan program ke *Arduino* dan juga sebagai port komunikasi serial.⁶³



Gambar 2.3 Soket USB (*Universal Serial Bus*).

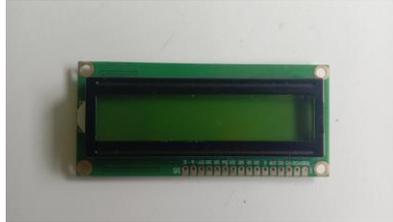
2) **LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 X 2**

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis suatu media tampil yang menggunakan Kristal cair sebagai penampil utama.⁶⁴ Fungsi LCD pada

⁶³Jack Purdum, *Beginning C for Arduino*, *Second Edition* (Cincinnati, Ohio, USA: TECHNOLOGY IN ACTION™, 2015).

⁶⁴Sherwin R.U.A Sompie Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, “Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis *Arduino Uno*,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7.2 (2018), 183–188.

rancangan ini digunakan untuk menampilkan hasil dari proses perhitungan *Arduino Uno*



Gambar 2.4 LCD (*liquid crystal display*) 16x2.

3) Modul I2C

I2C, merupakan kepanjangan dari Inter-Integrated Circuit atau I-2-C adalah databus serial yang dikembangkan oleh Philips Semiconductor (sekarang NXP *Semiconductors*). modul Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data.⁶⁵

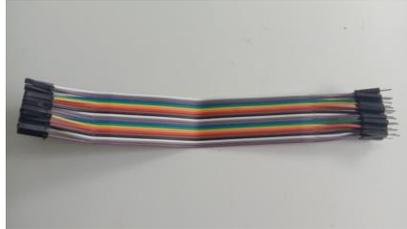


Gambar 2.5 Modul I2C.

⁶⁵Ardi Susanto dan Rizki Wijayatun Pratiwi, "Alat Kendali Perangkat Ruang Otomatis Dengan Sistem Penghitung Menggunakan Sensor Infrared Berbasis *Arduino*," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 2.2 (2021), 1–12 <<https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1314>>.

4) Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder.⁶⁶



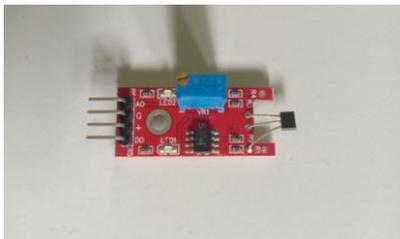
Gambar 2.6 Kabel Jumper.

5) *Hall Sensor*

Hall sensor atau *hall-effect sensor* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet. *Hall-effect* sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut.⁶⁷ Sensor Efek Hall atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Hall Effect Sensor* adalah komponen jenis transduser yang dapat mengubah informasi magnetik menjadi sinyal listrik untuk pemrosesan rangkaian elektronik selanjutnya. Sensor Efek Hall ini sering digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi kedekatan (*proximity*), mendeteksi posisi (*positioning*), mendeteksi kecepatan (*speed*), mendeteksi pergerakan arah (*directional*) dan mendeteksi arus listrik (*current sensing*).

⁶⁶ Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit.

⁶⁷ Sitti Amalia, "Implementasi 2 Lilitan Fasa Dan 3 Lilitan Fasa Terhubung Terhadap Tegangan Pada Motor Brushless Direct Current (BlDc) Rotor Luar Dengan Analisis Anova," *Jurnal Ipteks Terapan*, 12.2 (2018), 167 <<https://doi.org/10.22216/jit.2018.v12i2.754>>.



Gambar 2.7 Hall Sensor.

6) Kotak Komponen Elektronika

Kotak Komponen Elektronika berfungsi sebagai tempat meletakkan komponen-komponen elektronika yang sudah di rangkai.



Gambar 2.8 Kotak Komponen Elektronika.

5. Instrumen

Instrumen adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Instrumen sangat penting dalam penelitian, karena penelitian memerlukan data yang empiris dan data tersebut hanya mungkin diperoleh melalui instrumen dan teknik pengumpulan data yang tepat.⁶⁸

a. Validasi RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran)

1) Validasi Kelayakan RPP

Menurut Sa'dun Akbar terdapat beberapa kriteria penilaian RPP yang baik, diantaranya :⁶⁹

⁶⁸Yuberti & Antomi Saregar. *Op.cit.* h.119

⁶⁹Sa'dun Akbar, *Instrumen Perangkat Pembelajaran*, (Bandung: Rosdakarya, 2013), h.144

- a. Kejelasan dan kelengkapan identitas RPP yang mencantumkan nama sekolah, identitas mata pelajaran, kelas, semester, topik mata pelajaran, alokasi waktu, dan tahun pelajaran.
 - b. Kelengkapan komponen RPP yang mencantumkan KI, KD, Indikator Pencapaian Kompetensi, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, metode pembelajaran, alat /media/sumber belajar, langkah kegiatan pembelajaran, dan penilaian hasil belajar.
 - c. Ketepatan alokasi waktu.
 - d. Kesesuaian rumusan indikator dan tujuan pembelajaran dengan KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, dan penggunaan kata kerja operasional yang dapat diamati/diukur.
 - e. Kecakupan rumusan indikator dan tujuan pembelajaran.
 - f. Kesesuaian materi pembelajaran dengan tujuan pembelajaran.
 - g. Kesesuaian materi pembelajaran dengan karakteristik dan kebutuhan siswa.
 - h. Sistematika materi pembelajaran.
 - i. Kesesuaian metode pembelajaran dengan tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, dan karakteristik siswa.
 - j. Kesesuaian alat, media, dan sumber belajar dengan indikator, tujuan, materi, metode, dan karakteristik siswa.
 - k. Kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan metode maupun model pembelajaran.
-

1. Kesesuaian penilaian hasil pembelajaran.

Indikator yang telah diuraikan di atas dapat digunakan sebagai acuan atau kisi-kisi dalam pembuatan instrumen penelitian yang berupa lembar penilaian dan validasi RPP yang nantinya divalidasi dan dinilai oleh validator.

b. Validasi LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)

1) Validasi Ahli Materi

Ahli materi memberikan penilaian terhadap bahan ajar dari aspek kelayakan isi dan aspek kelayakan bahasa. Berikut ini aspek kelayakan isi dan bahasa menurut BSNP:⁷⁰

Tabel 2.2 Aspek Kelayakan Isi dan Bahasa Menurut BNSP.

No	Butir Penilaian	Deskripsi
Kesesuaian materi dengan KI dan KD		
1	Kelengkapan Materi	Materi yang disajikan mencakup materi yang terkandung dalam standar kompetensi dan Kompetensi dasar pada pokok bahasan memahami konsep suhu dan kalor.
2	Kedalaman Materi	Materi yang disajikan mulai dari pengenalan konsep, definsi, contoh kasus smpai dengan interaksi antar konsep sesuai dengan tingkat

⁷⁰ Urip Purwono, *Standar Penilaian Bahan Ajar*, (Jakarta : BNSP, 2008), h.107

		pendidikan di sekolah menengah atas dan sesuai dengan yang diamati oleh kompetensi dasar (KD).
3	Keruntutan Konsep	Penyajian konsep disajikan secara runtun mulai dari yang mudah ke yang sukar. Materi bagian sebelumnya bisa membantu pemahaman materi pada bagian selanjutnya.
4	Keakuratan konsep dan definisi	Konsep dan definisi yang dicantumkan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan konsep dan definisi yang berlaku dalam bidang Ilmu Pengetahuan Alam.
5	Keakuratan fakta dan data	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.
6	Keakuratan contoh dan kasus	Contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan

		efisien untuk memingkatkan pemahaman peserta didik.
7	Keakuratan ilustrasi dan gambar	Ilustrasi dan gambar yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk memingkatkan pemahaman peserta didik.
8	Keakuratan, notasi, simbol, dan ikon.	Notasi, simbol, dan ikon yang disajikan secara benar menurut kelaziman yang digunakan pada materi fisika
Kemutakhiran materi		
9	Kesesuaian materi dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam	Materi yang disajikan aktual yaitu sesuai dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam
10	Contoh dan kasus dalam kehidupan sehari-hari	Contoh dan kasus aktual yaitu sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan alam dan terdapat dalam kehidupan sehari-hari.
11	Menggunakan ilustrasi yang terdapat dalam	Ilustrasi yang disajikan sesuai dengan situasi serta kondisi yang

	kehidupan sehari-hari	terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
Mendorong keingintahuan		
12	. Mendorong rasa ingin tahu	Uraian dan contoh-contoh kasus yang disajikan mendorong peserta didik untuk mengerjakan lebih jauh dan menumbuhkan kreativitas belajar.
13	Menciptakan kemampuan bertanya	Uraian dan contoh-contoh kasus yang disajikan mendorong peserta didik untuk mengetahui materi lebih jauh.
Bahasa Lugas		
14	Ketepatan struktur kalimat.	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan dengan tetap mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia.
15	Keefektifan kalimat.	Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran.
16	Kebakuan istilah.	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia.

17	Kemampuan memotivasi peserta didik.	Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik membacanya dan mendorong mereka untuk mempelajari buku tersebut secara tuntas.
Kesesuaian dengan kaidah bahasa		
18	Ketepatan ejaan	Ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan.

2) Validasi Ahli Media

Ahli materi memberikan penilaian terhadap bahan ajar dari aspek kelayakan kegrafikan dan aspek kelayakan penyajian. Berikut ini aspek kelayakan kegrafikan dan penyajian menurut BSNP:⁷¹

Tabel 2.3 Aspek Kelayakan Kefrafikan Dan Penyajian Menurut BNSP.

No	Butir Penilaian	Deskripsi
Ukuran LKPD		
1	Kesesuaian ukuran dengan materi pada media.	Pemilihan ukuran media sesuai dengan materi yang digunakan.
Desain sampul LKPD		
2	Penampilan unsur tata letak	Desai LKPD merupakan suatu

⁷¹ *Ibid.* h.115

	pada LKPD secara harmonis memiliki irama dan satuan konsisten.	kesatuan yang utuh elemen warna, ilustrasi ditampilkan secara harmonis dan saling terkait satu sama lain.
3	Menampilkan pusat pandang yang baik.	Sebagai daya tarik awal dari LKPD di tentukan dengan desain yang menarik.
4	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi.	Memperhatikan tampilan warna secara keseluruhan yang dapat memberikan nuansa tertentu dan dapat memperjelas materi/isi bahan ajar.
5	Tidak terlalu banyak menggunakan kombinasi huruf	Menggunakan jenis huruf agar tidak terlalu datar dan menarik.
6	Warna judul kontras dengan latar belakang media.	Judul media yang ditampilkan lebih besar dan menarik dari pada latar belakangnya.
Desain isi LKPD		
7	Tanda pemotong kata.	Pemotongan kata lebih dari 2 baris akan mengganggu keterbacaan susunan teks.
8	Tata letak (<i>layout</i>).	Penempatan unsur tata letak (judul, subjudul,

		kata pengantar, daftar isi, ilustrasi dll.) pada setiap awal kegiatan konsisten.
9	Kreatif dan menarik	Menampilkan ilustrasi dari berbagai sudut pandang tidak hanya ditampilkan di dalam media agar tidak menimbulkan makna yang berbeda-beda.
10	Ilustrasi gambar	Mampu memperjelas penyajian materi baik dalam bentuk, ukuran yang proporsional serta warna yang menarik sesuai obyek aslinya.
11	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	Menggunakan beberapa jenis huruf agar lebih menarik dan komunikatif dalam menyampaikan informasi yang disampaikan.
12	Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf.	Menggunakan beberapa jenis huruf sehingga tidak mengganggu peserta didik dalam menyerap informasi yang disampaikan. Untuk membedakan unsur teks dapat

		mempergunakan variasi dan seri huruf dari suatu keluarga huruf.
13	Penggunaan variasi huruf (<i>bold, italic, all capital, small capital</i>) tidak berlebihan.	Digunakan untuk membedakan jenjang/ hirarki judul, dan subjudul serta memberikan tekanan pada susunan teks yang dianggap penting dalam bentuk tebal dan miring.
14	Spasi antar huruf (kerning) normal.	Mempengaruhi tingkat keterbacaan susunan teks (tidak terlalu rapat atau terlalu renggang).
15	Tipografi isi bahan ajar memudahkan pemahaman.	
	a. Jenjang judul utama dan sub judul, jelas dan proporsional	Menunjukkan urutan susunan teks secara berjenjang sehingga mudah dipahami.
16	Ilustrasi isi.	
	a. Mampu mengungkap makna/ arti dari objek.	Berfungsi untuk memperjelas materi/teks sehingga mampu menambah pemahaman dan

		pengertian peserta didik pada informasi yang disampaikan.
	b. Kreatif dan dinamis.	Menampilkan ilustrasi dari berbagai sudut pandang dan mampu divisualisasikan secara dinamis yang dapat menambah kedalaman pemahaman dan pengertian peserta didik.
Pendukung penyajian		
17	Soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar.	Soal-soal yang diberikan dapat melatih kemampuan memahami dan menerapkan konsep yang berkaitan dengan materi dalam kegiatan belajar.
18	Daftar pustaka.	Daftar buku yang digunakan sebagai bahan rujukan dalam penulisan bahan ajar diawali dengan nama pengarang (yang disusun secara alfabetis), tahun terbitan, judul buku/ majalah/ makalah/ artikel, tempat, dan nama penerbit, nama dan lokasi situs

		internet serta tanggal akses situs (jika memakai acuan yang memiliki situs).
19	Rangkuman.	Rangkuman merupakan konsep kunci kegiatan belajar yang bersangkutan yang dinyatakan dengan kalimat ringkas dan jelas, memudahkan memahami keseluruhan isi kegiatan belajar.
20	Daftar isi.	Tersedia daftar isi yang memudahkan peserta didik mengetahui keseluruhan isi dan halaman bahan ajar.

2) Validasi Ahli Praktisi

Validasi yang dilakukan oleh praktisi bertujuan untuk menguji media pembelajaran yang dibuat. Item penilaian pada validasi ahli praktisi adalah sebagai berikut :

- a) Kelayakan isi.
- b) Kebahasaan.
- c) Penyajian.
- d) Efisiensi waktu pembelajaran.
- e) Manfaat.⁷²

⁷² V Eka Yunita dan L Utami, “Desain Dan Uji Coba Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Science , Technology , Engineering And

6. Induksi Magnet

a. Pengertian Induksi Magnet

Medan magnetik ialah ruang di sekeliling suatu magnet yang dipengaruhi atau mengalami gaya magnetik. Selain pada magnet medan magnet juga terdapat pada bumi yang disebut medan magnet bumi.

Dalam Al-qur'an disebutkan bahwa kekuasaan Allah yang menciptakan besi yang memiliki kekuatan hebat yang disebutkan pada QS. Al- Hadid 57:25.

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ
لِيُقِيمُوا النَّاسَ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ
لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ
قَوِيٌّ عَزِيزٌ ٢٥

Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa. (QS. Al-Hadid 57:25).

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan besi yang hebat untuk dimanfaatkan oleh manusia. Inti bumi yang terdiri dari unsur nikel dan

besi inilah yang menyebabkan keberadaan medan magnet yang besar pada bumi. Medan magnet ini membentuk lapisan pelindung berupa radiasi Van-Allen (sabuk Van-Allen), yang melindungi bumi dari pancaran radiasi dari luar angkasa. Lapisan pelindung bumi ini seperti yang dijelaskan pada QS. Al-Anbiyaa 21:32 dan QS. Al-Baqarah 2:22.

وَجَعَلْنَا السَّمَاءَ سَقْفًا مَّحْفُوظًا وَهُمْ عَنْ آيَاتِهَا مُعْرِضُونَ ۝ ٣٢

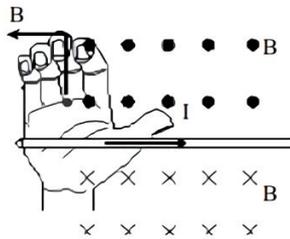
Dan Kami menjadikan langit itu sebagai atap yang terpelihara, sedang mereka berpaling dari segala tanda-tanda (kekuasaan Allah) yang terdapat padanya. (QS. Al-Anbiyaa 21:32).

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فُرُشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ ۝ ٢٢

Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu; karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kamu mengetahui. (QS. Al-Baqarah 2:22)

Pemagnetan suatu bahan oleh medan magnet luar disebut induksi. Pada tahun 1820 seorang ilmuwan Denmark, Hans Christian Oersted (1777-1857) menemukan suatu gejala yang menarik. Saat jarum kompas diletakkan di sekitar kawat berarus ternyata jarum kompas menyimpang. Kemudian disimpulkan bahwa di sekitar kawat berarus timbul medan magnet.

Medan magnet oleh kawat berarus inilah yang dinamakan induksi magnet. Induksi magnetik sering didefinisikan sebagai timbulnya medan magnetik akibat arus listrik yang mengalir dalam suatu penghantar. Atau dapat digambarkan Induksi magnet merupakan besaran vektor arahnya dapat ditentukan dengan menggunakan kaedah tangan kanan. Lihat Gambar 2.9. Ibu jari sebagai arah arus I dan empat jari lain sebagai arah induksi magnet B . Sedangkan besaran induksi magnetnya dipengaruhi oleh kuat arusnya I , jarak titik ke penghantar dan bentuk penghantarnya.⁷³



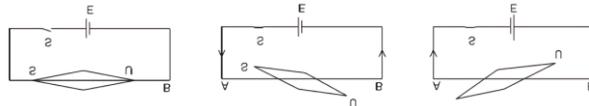
Gambar 2.9 Kaidah Tangan Kanan.

b. Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Hans Christian Oersted (1777 - 1851) fisikawan berkebangsaan Denmark. Setelah melakukan eksperimen cukup lama, pada tahun 1819 Oersted berhasil menemukan bahwa, "Jika sebuah magnet jarum (kompas kecil) didekatkan pada suatu penghantar yang berarus listrik, magnet jarum akan menyimpang". Hal ini menunjukkan bahwa di sekitar kawat berarus terdapat medan magnet. Untuk mengetahui hubungan antara arus, kuat arus, dan medan magnet yang timbul, dapat dilakukan percobaan berikut ini.

⁷³Sri Handayani Ari Damiri, *Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XXI* (Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009). h. 78.

Ambillah sebuah kawat penghantar yang panjangnya kira-kira 50 cm, kemudian kita bentangkan di atas magnet jarum kompas. Kita atur sedemikian rupa arah bentangan kawat penghantar sejajar dengan arah magnet jarum pada kompas seperti terlihat pada Gambar (2.10).

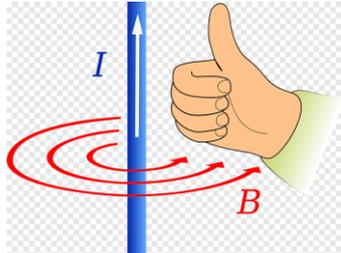


Gambar 2.10 Arus Listrik Menimbulkan Medan Magnetik.

Pada saat ujung kawat AB tidak dihubungkan dengan sumber tegangan (baterai), kedudukan magnet jarum sejajar dengan bentangan kawat. Pada saat ujung A dihubungkan dengan kutub positif baterai dan ujung B dengan kutub negatif baterai, ternyata kutub utara magnet menyimpang ke kiri. Sebaliknya jika ujung A dihubungkan dengan kutub negatif baterai dan ujung B dengan kutub positif baterai, maka kutub utara magnet menyimpang ke kanan. Penyimpangan kutub magnet utara tersebut menunjukkan adanya medan magnet di sekitar kawat beraliran arus listrik. Penyimpangan kutub utara magnet ini memberi petunjuk tentang arah medan magnet di sekitar kawat berarus. Arah medan magnet di sekitar kawat berarus ditunjukkan dengan aturan tangan kanan, yaitu sebagai berikut :

Hukum

Apabila arah ibu jari menyatakan arah aliran arus listrik, maka arah lipatan jari-jari yang lainnya menyatakan arah medan magnet.



Gambar 2.11 Aturan Tangan Kanan Untuk Mencari Arah Medan Magnet.

1. Hukum Biot-Savart

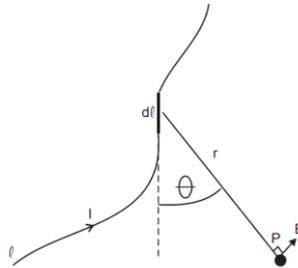
Menurut teori Lorentz, besarnya induksi magnetik yang disebabkan oleh elemen arus adalah berbanding lurus dengan kuat arus listrik, berbanding lurus dengan panjang kawat, berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik yang diamati ke kawat dan arah induksi magnetiknya tegak lurus terhadap bidang yang melalui elemen arus dan titik yang diamati.⁷⁴

Pada saat Hans Christian Oersted mengadakan percobaan untuk mengamati hubungan antara kelistrikan dan kemagnetan, ia belum sampai menghitung besarnya kuat medan magnet di suatu titik di sekitar kawat berarus. Perhitungan secara matematik baru dikemukakan oleh ilmuwan dari Prancis yaitu Jean Bastiste Biot dan Felix Savart. Berdasarkan hasil eksperimennya tentang pengamatan medan magnet di suatu titik P yang dipengaruhi oleh suatu kawat penghantar dl, yang dialiri arus listrik I diperoleh kesimpulan bahwa besarnya kuat medan magnet (yang kemudian disebut induksi magnet yang diberi lambang B) di titik P:

- a. Berbanding lurus dengan kuat arus listrik (I).
- b. Berbanding lurus dengan panjang kawat ($d\ell$).

⁷⁴Drajat, *Fisika untuk SMA/MA Kelas XII* (Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009).

- c. Berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara titik P ke elemen kawat penghantar (r).
- d. Sebanding dengan sinus sudut apit θ antara arah arus dengan garis hubung antara titik P ke elemen kawat penghantar.



Gambar 2.12 Induksi Magnetik dB Akibat Elemen Penghantar $d\ell$ Berarus Listrik I .

Pernyataan tersebut dikenal dengan hukum Biot-Savart yang secara matematik dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$dB = k \frac{Id\ell \sin \theta}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{Id\ell \sin \theta}{r^2}$$

Dengan:

dB = Induksi magnet di titik P (Wb/m^2 atau Tesla).

I = kuat arus listrik (A).

$d\ell$ = panjang elemen kawat berarus (m).

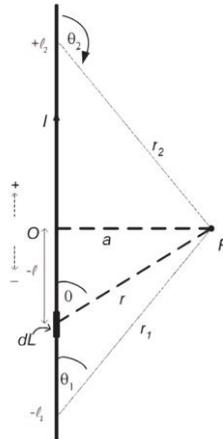
θ = sudut antara arah I dengan garis hubung P ke $d\ell$.

$k = \frac{\mu_0}{4\pi} = \text{bilangan konstanta} = 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1}\text{m}^{-1}$.

r = jarak dari P ke $d\ell$ (m).

2. Induksi Magnetik di Sekitar Kawat Lurus Panjang Berarus Listrik

Untuk menghitung besarnya induksi magnetik di suatu titik yang terletak di sekitar kawat penghantar lurus dan panjang yang beraliran arus sebesar I dapat diturunkan dari hukum Biot-Savart. Misalnya suatu titik P terletak pada jarak a dari kawat penghantar (Lihat Gambar 2.13), besarnya induksi magnet di titik P yang diakibatkan oleh elemen sepanjang dL yang berjarak r dari titik dapat dinyatakan:



Gambar 2.13 Penerapan Hukum Biot-Savart Pada Penghantar Lurus Panjang Berarus.

$$dB_P = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{Id\ell \sin \theta}{r^2}$$

Sehingga persamaan induksi magnet disekitar kawat lurus berarus :

$$B_P = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

Dengan:

B_P = induksi magnetik di titik P (Wb/m^2 atau Tesla).

μ_0 = permeabilitas ruang hampa ($4 \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1}\text{m}^{-1}$).

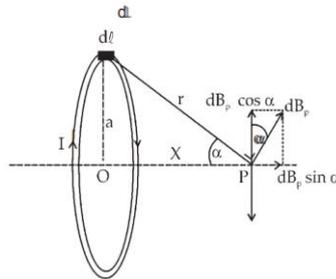
I = kuat arus yang mengalir dalam kawat (A).

a = jarak titik P ke kawat penghantar (m).

3. Induksi Magnetik pada Sumbu Lingkaran Kawat Berarus Listrik

Besarnya induksi magnetik pada suatu titik yang terletak pada garis sumbu penghantar berbentuk lingkaran dengan jari-jari a dapat dicari sebagai berikut :

Perhatikan Gambar (2.14) besarnya induksi magnet di titik P yang terletak pada garis sumbu lingkaran akibat elemen kawat sepanjang $d\ell$ yang berjarak r dapat dinyatakan :



Gambar 2.14 Induksi Magnetik pada Sumbu Lingkaran Kawat Berarus.

$$dB_p = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Id\ell \sin \theta}{r^2}$$

Apabila titik P berada di titik pusat lingkaran, maka $\alpha = 90^\circ$ dan $r = a$. Dengan demikian induksi magnetik di titik pusat lingkaran adalah :

$$B_p = \frac{\mu_0 I}{2a}$$

Apabila kawat penghantar terdiri atas N buah lilitan kawat, maka induksi magnetik di pusat lingkaran adalah :

$$B_p = \frac{\mu_0 IN}{2a}$$

Dengan:

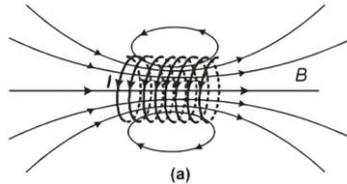
B_p = induksi magnetik di titik P (Wb/m² atau Tesla).

μ_0 = permeabilitas ruang hampa (4×10^{-7} Wb A⁻¹m⁻¹).

- I = kuat arus yang mengalir dalam kawat (A).
 N = Jumlah kawat penghantar.
 a = jarak titik P ke kawat penghantar (m).

4. Induksi Magnetik di Sumbu Solenoida

Solenoida adalah kumparan yang panjang di mana diameter kumparan lebih kecil dibandingkan dengan panjang kumparan, jarak antara lilitan yang satu dengan yang lainnya sangat rapat dan biasanya terdiri atas satu lapisan atau lebih. Medan magnet berbentuk Solenoid ialah medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam kumparan kawat berbentuk heliks yang panjang, tergulung rapat.⁷⁵ Besarnya induksi magnetik pada titik yang terletak pada sumbu solenoida dinyatakan dengan persamaan : Jika titik P di pusat solenoida



Gambar 2.15 (a) Solenoida

$$B = \mu_0 In \text{ atau } B = \frac{\mu_0 IN}{L}$$

Jika titik P terletak di ujung solenoida

$$B = \frac{\mu_0 In}{2} \text{ atau } \frac{\mu_0 IN}{2L}$$

dengan :

B = induksi magnet di pusat (tengah-tengah) solenoida.

μ_0 = permeabilitas ruang hampa.

I = kuat arus listrik dalam solenoida.

⁷⁵David halliday Dkk, *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2*, (Jakarta. : Penerbit Erlangga, 2010)

N = jumlah lilitan dalam solenoida.

L = panjang solenoida.

B. Teori-Teori Pengembangan

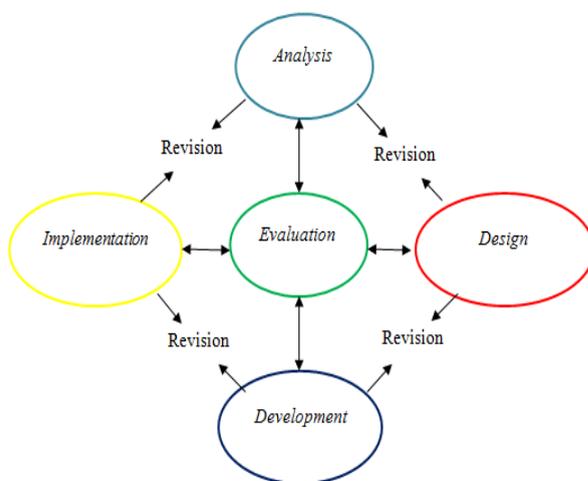
1. Robert Maribe Branch

Robert Maribe Branch mengembangkan *Instructional Design* (Desain Pembelajaran) dengan pendekatan ADDIE, yang merupakan kepanjangan dari *Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*. *Analysis*, berkaitan dengan kegiatan analisis terhadap situasi yang sesuai dengan keadaan sehingga dapat ditemukan suatu produk yang perlu dikembangkan. *Design* merupakan kegiatan perancangan produk yang disesuaikan dengan apa yang dibutuhkan. *Development* adalah kegiatan pembuatan dan pengujian produk. *Implementation* adalah kegiatan menggunakan produk, dan *Evaluation* adalah kegiatan menilai setiap langkah kegiatan dan produk yang telah dibuat apa sudah sesuai dengan standarisasi dengan spesifikasi tertentu atau belum.

Kelebihan dari model pembelajaran ADDIE yaitu: (1) memperhatikan perkembangan ranah kognitif, afektif, dan psikomotor siswa, (2) bersifat konsisten dan reliabel, (3) saling ketergantungan satu sama lain, sehingga tidak ada unsur-unsur yang terpisah dari sistem, dan (4) sederhana dan terstruktur dengan sistematis, sehingga model desain ini akan mudah dipelajari oleh para pendidik. Selain itu pada model pengembangan ADDIE adanya evaluasi di setiap tahapan sehingga dapat meminimalisir tingkat kesalahan atau kekurangan produk pada tahap akhir model ini.⁷⁶

⁷⁶A. Agung, A. Gede, *Buku Ajar Metodologi Penelitian Pendidikan*. (Yogyakarta: Aditya Media Publishing, 2014). h 41

Sehingga dapat dikatakan bahwa model pembelajaran ADDIE ini merupakan model yang memiliki 5 komponen yang saling berkaitan dan terstruktur secara sistematis sehingga dalam pengaplikasiannya tidak boleh dilakukan secara acak melainkan harus sistematis yaitu mulai dari *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation* dan juga model pembelajaran ini memperhatikan 3 ranah dalam penilaian yaitu ranah kognitif, afektif dan psikomotorik.



Gambar 2.16 Langkah-langkah Penelitian Menurut Robert Maribe Branch.⁷⁷

⁷⁷ Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan* (Bandung: Alfabeta, 2018).

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan yang menghasilkan produk berupa perangkat pembelajaran(RPP dan LKPD praktikum) STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains yang dikembangkan menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahap analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*).
2. Hasil validasi yang diberikan oleh ahli materi dan ahli media terhadap perangkat pembelajaran STEM berbantuan *Arduino Uno* pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains, untuk RPP mendapatkan nilai rata-rata sebesar 4,69 dengan kriteria penilaian sangat baik dari ahli materi. Sedangkan untuk LKPD masing-masing mendapat presentase rata-rata sebesar 88% dengan kriteria penilaian sangat layak dari ahli materi dan mendapat presentase rata-rata sebesar 90% dengan kriteria sangat layak dari ahli media, sehingga layak di uji cobakan.
3. Uji coba yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kemenarikan LKPD praktikum berbasis STEM pada materi induksi magnet mendapat respon dari pendidik sebesar 89% dengan kriteria sangat menarik. Respon dari peserta didik SMA/MA pada uji coba kecil maupun uji coba lapangan mendapatkan kriteria sangat menarik dengan presentase sebesar 89% dan 92%. Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD ini sangat menarik sehingga dapat digunakan oleh pendidik dan peserta didik sebagai

perangkat pembelajaran untuk menunjang kegiatan pembelajaran.

B. Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan ini, pengembangan perangkat pembelajaran STEM pada materi induksi magnet bermuatan keterampilan proses sains dapat diimplementasikan untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik, karena perangkat pembelajaran ini memuat kegiatan ilmiah yang setiap tahap kegiatannya disesuaikan dengan indikator keterampilan proses sains. Penggunaan dalam proses pembelajaran membuat kualitas perangkat pembelajaran secara keseluruhan menjadi lebih bermanfaat. Namun perangkat pembelajaran ini masih banyak kekurangan, sehingga perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut agar menjadi produk yang lebih sempurna. Adapun peneliti lain juga dapat melakukan pengembangan perangkat pembelajaran serupa sesuai dengan prosedur materi dan model yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid, *Perencanaan Pembelajaran* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2005)
- Agung, A. A. Gede, *Buku Ajar Metodologi Penelitian Pendidikan* (Yogyakarta: Aditya Media Publishing 2014).
- Afriana, Jaka, Anna Permanasari, dan Any Fitriani, "Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2.2 (2016), <<https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>>
- Amalia, Sitti, "Implementasi 2 Lilitan Fasa Dan 3 Lilitan Fasa Terhubung Terhadap Tegangan Pada Motor Brushless Direct Current (Blcdc) Rotor Luar Dengan Analisis Anova," *Jurnal Ipteks Terapan*, 12.2 (2018), <<https://doi.org/10.22216/jit.2018.v12i2.754>>
- Ananto Hidayah, Yuberti, "Pengaruh Model Pembelajaran Poe (Predict-Observe-Explain) Terhadap Keterampilan Proses Belajar Fisika Siswa Pokok Bahasan Suhu dan Kalor," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 01.1 (2018),
- Andi Prastowo, *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktik* (Jakarta: Kencana, 2014)
- Ariani Aninda1), Anna Permanasari2), Didit Ardianto3), "Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Literasi Stem Siswa Sma," *Journal of Science Education and Practice*, 3.1999 (2019),
- Arifin, Nurdin, "Efektivitas Pembelajaran Stem Problem Based Learning Ditinjau Dari Daya Juang Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Pgsd," *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 5.1 (2020), <<https://doi.org/10.26737/jpmi.v5i1.1644>>

- Asita Puji Astuti, Putri Sakinah Hanafy , Asep Bayu Dani Nandiyanto , Sri Anggraeni, Dian Usdiyana, “Desain Alat Peraga Otomatisasi Dengan Menggunakan *Arduino* Untuk Mengatur Volume Elektrolit dan Tegangan Pada Alat Peraga Pembelajaran Sel Volta Menggunakan Fermentasi Larutan Wortel,” *Journal of Engineering Practice*, 2.1 (2020),
- Bakhtiar, Imam, Lenny Kurniati, dan Akhmad Nayazik, “Effectiveness of STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Approach Towards Mathematics Learning Achievement on Point, Line and Field Material in Three Dimensions,” *Hipotenusa : Journal of Mathematical Society*, 2.1 (2020), <<https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v2i1.1-5>>
- Budiarto, Arif Wahyu, “Rancang Bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil,” *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3.1 (2019), <<https://doi.org/10.30871/jaee.v3i1.1392>>
- Darmaji, Dwi Agus Kurniawan, Astalini, dan Heldalia, “Analisis keterampilan proses sains siswa pada materi cermin datar,” *Jurnal Prndidikan*, 5.7 (2020), <<http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>>
- Doyan, Aris, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Materi Gelombang Cahaya.,” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6 (2021),
- Drajat, *Fisika untuk SMA/MA Kelas XII* (Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009)
- Dywan, Almahida Aureola, dan Gamaliel Septian Airlanda, “Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa,” *Jurnal Basicedu*, 4.2 (2020), <<https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353>>

- Fajria, Ridha, Edwin Musdi, dan Dony Permana, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model Project Based Learning Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik Kelas VIII SMP," *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 10.1 (2022), <<https://doi.org/10.25273/jems.v10i1.11918>>
- Goncalves, A. M.B., C. R. Cena, dan D. F. Bozano, "Driven damped harmonic oscillator resonance with an *Arduino*," *Physics Education*, 52.4 (2017), <<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa6cf0>>
- Hamid Darmadi, *Metode Penelitian Pendidikan*, (Bandung: Alfabeta, 2011)
- Hasanah, Huswatun, "Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis STEM Pada Materi Bangun Ruang," *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, 3.1 (2020), <<https://doi.org/10.31960/ijolec.v3i1.582>>
- Husain, Mansyur, Mohamad Jahja, dan Muhamad Yusuf, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menggunakan Pendekatan Stem Pada Tema Energi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Di Kelas 4 Sd," *Jurnal Normalita*, 9.2 (2021), 195–207
- Ibrohim, Dyah Afiat Mardikaningtyas, Fatatus Rizka Nurdiana, Yuli Estiningsih, Cinthiana Martiana, dan Fikhi N Masjida, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Ipa-Biologi Berbasis Diskoveri-Inkuiri dengan Sumber Belajar Potensi Lingkungan Lokal Kabupaten Pasuruan," *Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya*, 2014, <<https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/7984/7148>>
- Jajang Bayu Kelana, Agni Muftianti, Asep Samsudin, "Pemanfaatan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar Mahasiswa PGSD," *Jurnal Ilmiah P2M STKIP Siliwangi*, 7.1 (2020), <<https://doi.org/10.22460/p2m.v7i1p48-54.1531>>
- Jayosi, Majdi Rashed, Afif Hafez Zeidan, "Science Process Skills and Attitude toward Science among Palestinian Secondary School Students ," Palestine: *World Journal of Education*, 5.1 (2015)

- Kause, Migdes C, "Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis *Arduino* (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas)," *Cyclotron*, 2.1 (2019) <<https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2511>>
- Kelley, Todd R., dan J. Geoff Knowles, "A conceptual framework for integrated STEM education," *International Journal of STEM Education*, 3.1 (2016) <<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>>
- Khairiyah, Nida'ul, *Pendekatan Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)* (Tuban Jawa Timur: Spasi Media, 2019)
- Lestari, Sudarsri, "Peran Teknologi dalam Pendidikan di Era Globalisasi," *Edureligia; Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2.2 (2018), <<https://doi.org/10.33650/edureligia.v2i2.459>>
- Mahjatia, Nanda, Eko Susilowati, dan Sarah Miriam, "Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Inkuiri Terbimbing," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4.3 (2021), <<https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2055>>
- Maison, Astalini, Darmaji, Dwi Agus Kurniawan, Rahmat Perdana, dan Lika Anggraini, "The phenomenon of psychology senior high school education: Relationship of students' attitudes toward physic, learning style, motivation," *Universal Journal of Educational Research*, 7.10 (2019), <<https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071018>>
- Maulana Arifin, Alif, Heni Pujiastuti, dan Ria Sudiana, "Pengembangan media pembelajaran STEM dengan augmented reality untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa," *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7.1 (2020), <<http://journal.uny.ac.id/index.php/jrpmhttps://doi.org/10.21831/jrpm.v7i1.32135>>
- Mawaddah, Wardstul; dkk, "Uji Kelayakan Multimedia Interaktif Berbasis Powerpoint Disertai Permainan Jeopardy Terhadap Motivasi Belajar Siswa," *Natural Science Education Research*, 2.2 (2019), <<https://journal.trunojoyo.ac.id/nser/article/download/6254/3936>>

- McRoberts, Michael, *Beginning Arduino, Beginning Arduino* (United States of America: Paul Manning, 2013)
<<https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5017-3>>
- Muslich, Mansur, dan Maryeni, *Bagaimana Menulis Skripsi?* (Jakarta: PT Bumi Aksara, 2009)
- Netriwati, *Microteaching Matematika* (Surabaya: CV Gemilang, 2018)
- Padmanaba, I Ketut Gede, I Made Kirna, dan I.B. Nyoman Sudria, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Kimia Koloid Berbantuan Komputer Untuk Siswa Sma,” *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2.1 (2018),
<<https://doi.org/10.23887/jpk.v2i1.14126>>
- Palupi, Suharyanto Karyono dan Dwi Satya, *Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XII* (Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009)
- Patta Bundu, *Penilaian Keterampilan Proses Dan Sikap Ilmiah Dalam Pembelajaran Sains SD*, (Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Direktorat Ketenagaan, 2006)
- Pratama, Riyo Arie, dan Antomi Saregar, “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Scaffolding Untuk Melatih Pemahaman Konsep,” *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 02.1 (2019),
- Prima, E. C., T. D. Oktaviani, dan H. Sholihin, “STEM learning on electricity using *Arduino*-phet based experiment to improve 8th grade students’ STEM literacy,” *Journal of Physics: Conference Series*, 1013.1 (2018)
<<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012030>>
- Punaji Setyosari, *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*, (Jakarta: Kencana, 2013)
- Purdum, Jack, *Beginning C for Arduino , Second Edition* (Cincinnati, Ohio, USA: TECHNOLOGY IN ACTION™, 2015)

Rahayu, Chichi, dan Festiyed Festiyed, “Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika Sma Berbasis Model Pembelajaran Generatif Dengan Pendekatan Open-Ended Problem Untuk Menstimulus Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik,” *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 7.1 (2019), 1–6 <<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika/article/view/5363>>

Rahmi, Rifdatur, Sri Hartini, and Mustika Wati, ‘Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Inkuiri Terbimbing Dan Multimedia Pembelajaran IPA SMP’, *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2 (2014).

Ridha, Muhammad Rasyid, Muhammad Zuhdi, dan Syahrial Ayub, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik berbasis STEM dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik,” *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7 (2022),

Rina, Safitri, “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Fisika Berbasis STEM (Sains , Technology , Engineering , Mathematics) Pada Materi Hukum Gravitasi Newton Dan Usaha Energi Kelas X SMA / MA.”,” *Institut Agama Islam Negeri Batusangkar*, 2020

Rusman, *Model-model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru* (jakarta : RajaGrafindo Persada, 2012)

Salamah, Ummi dan Mursel, “Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Menggunakan Metode Eksperimen Berbasis Inkuiri Pada Materi Kalor,” *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5.1 (2017),

Santi, Dewi, Titik Sugiarti, dan Indah K Arika, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Realistik Pada Pokok Bahasan Lingkaran Kelas VIII SMP,” *Kadikma*, 6.1 (2015), <<http://jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/1831>>

Saputra, Wahyu S J, dan Chrystia Aji Putra, “Arduino Uno Pada Mesin Pemotong Kawat Warmesh Otomatis,” *Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA) ISSN*, 1 (2020),

- Sari, Liawati Permata, Siti Patimah, dan Ajo Dian Yusandika, "Pengembangan Scrapbook Sebagai Media Pembelajaran Fisika," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2.2 (2019), <<https://doi.org/10.24042/ijsme.v2i2.4367>>
- Silvia, Ade, dan Halim Simatupang, "Pengembangan LKPD Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics Untuk Menumbuhkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X MIA SMA NEGERI 14 Medan T.P 2019/2020," *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 3.1 (2020), <<https://doi.org/10.30743/best.v3i1.2434>>
- Simatupang, Halim, dan Dirga Purnama, *Handbook Best Practice Strategi Belajar Mengajar* (Surabaya: CV Pustaka Media Guru, 2019)
- Siswanto, Joko, "Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa," *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9.2 (2018), <<https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>>
- Sri Handayani Ari Damiri, *Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XXI* (Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009)
- Subago, Edwardo, Mustaji, dan Andi Mariono, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Pjbl Dengan Pendekatan Stem Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaboratif," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6.X (2021), <<https://doi.org/10.32832/educate.v6i1.3989>>
- Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan* (Bandung: Alfabeta, 2018)
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2012)
- Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan Cet. Ke 2* (Bandung: Alfabeta, 2017)

- Sujito, ShelitaDwi S., Hari Wisodo, Asim, Kadim Masjkur, Sentot Kusairi, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Science, Technology, Engineering And Mathematics dengan Modifikasi Addie Sub Materi Suhu,” *Seminar Nasional FST 2018 Universitas Kanjuruhan Malang PENGEMBANGAN*, 1 (2018),
- Susanto, Ardi, dan Riszki Wijayatun Pratiwi, “Alat Kendali Perangkat Ruangan Otomatis Dengan Sistem Penghitung Menggunakan Sensor Infrared Berbasis *Arduino*,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 2.2 (2021), <<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1314>>
- Thahir, A., C. Anwar, A. Saregar, L. Choiriah, F. Susanti, dan A. Pricilia, “The Effectiveness of STEM Learning: Scientific Attitudes and Students’ Conceptual Understanding,” *Journal of Physics: Conference Series*, 1467.1 (2020) <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012008>>
- Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, Sherwin R.U.A Sompie, “Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis *Arduino Uno*,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7.2 (2018)
- Tina, Eka, Nur Ula, and Bambang Sugiarto, ‘Pengembangan Lembar Kerja Siswa Model Inkuiri Terbimbing Materi Elektrokimia Kelas XII SMA’, *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*, 7 (2017)
- Trianto, *Pengantar Penelitian Pendidikan bagi Pengembangan Profesi Pendidikan dan Tenaga Kependidikan*, (Jakarta: Kencana, 2010)
- Utami, Taza Nur, Agus Jatmiko, dan Suherman Suherman, “Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) pada Materi Segiempat,” *Desimal: Jurnal Matematika*, 1.2 (2018), <<https://doi.org/10.24042/djm.v1i2.2388>>

- Wahyuni, Sri, Kosim Kosim, dan Gunawan Gunawan, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing Berbantuan Eksperimen Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa," *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4.2 (2018), <<https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.891>>
- Wahyuningsih, Fita Tri, Yusro Al Hakim, dan Ashari Ashari, "Pengembangan Alat Peraga Pengukur Debit Air Menggunakan Sensor Flow Berbasis *Arduino* Sebagai Media Pembelajaran Fluida," *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 12.1 (2019), <<https://doi.org/10.37729/radiasi.v12i1.31>>
- Wheat, Dale, *Arduino Internals, TECHNOLOGY IN ACTION* (New York: Paul Manning, 2011) <<https://doi.org/10.1007/978-1-4302-3883-6>>
- Widiyanti, Ifa Seftia Rakhma, dan Saeful Mizan, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Untuk Mahasiswa Prodi PGSD," *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 5.2 (2020), <<https://doi.org/10.29407/jpdn.v5i2.13952>>
- Yuberti dan Antomi Saregar, *pengantar metodologi penelitian pendidikan matematika dan sains* (bandar lampung: CV. Anugrah utama raharja, 2017)
- Yuliana, Lia, dan Kasniati Sastiarini, "Jurnal Manajemen Pendidikan Peran Kepala Sekolah dalam Pelaksanaan Program Sekolah Siaga Bencana (SSB) di Sekolah Dasar Unggulan " Aisyiyah Bantul The Principal Role in Implementing the Disaster Preparedness School Program at the Primary School of Aisyi," 2.2 (2020),
- Yunita, V Eka, dan L Utami, "Desain Dan Uji Coba Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Science , Technology , Engineering And Mathematics (STEM) Dengan Menggunakan Media Moodle," *Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 5 (2021),