

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING*
BERBASIS PENDEKATAN *STEM (Science, Teknologi, Engineering and Mathematics)*
PADA MATERI KESEIMBANGAN DAN DINAMIKA ROTASI DI MADRASAH**

ALIYAH

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Pogram Studi Pendidikan Fisika



Diajukan oleh:
Muhammad Alamul Huda
16690047

Kepada:

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-738/Un.02/DT/PP.00.9/03/2021

Tugas Akhir dengan judul : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) pada Materi Keseimbangan dan Dinamika Rotasi di Madrasah Aliyah

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD ALAMUL HUDA
Nomor Induk Mahasiswa : 16690047
Telah diujikan pada : Rabu, 24 Maret 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Ika Kartika, S.Pd., M.Pd.Si.
SIGNED

Valid ID: 6067e7f5a36e



Penguji I

Dr. Martono, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60628f6974ab



Penguji II

Dr. Nur Untoro, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60613a80d6d2



Yogyakarta, 24 Maret 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 60634d4075789

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lampiran : 3 Eksemplar Skripsi

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. Wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Muhammad Alamul Huda

NIM : 16690047

Adapun judul skripsi yaitu Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis pendekatan *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)* Pada Materi Keseimbangan dan Dinamika Rotasi di Madrasah Aliyah. Sudah dapat diajukan kembali kepada program studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang pendidikan fisika. Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. Wb

Yogyakarta, 08 Maret 2021

Pembimbing



Ika Kartika, S.Pd., M.Pd.Si.

NIP: 19800415 200912 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Alamul Huda

NIM : 16690047

Prodi : Pendidik Fisika

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul **"Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis Pendekatan *STEM (Science, Teknologi, Engineering and Mathematics)* Pada Materi Keseimbangan dan Dinamika Rotasi di Madrasah Aliyah"** adalah hasil penelitian saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 08 Maret 2021



Muhammad Alamul Huda

NIM. 16690047

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukur penulis persembahkan spesial hanya untuk Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, karena tanpa contoh akhlak terpuji yang beliau berikan, penulis belum tentu setegar ini dalam melewati gelombang kehidupan yang hanya sementara.

Skripsi ini penulis hadiahkan spesial untuk.

- ❖ Ibu Sri murni dan Bapak Safrul hadi, serta keluarga terima kasih atas doa, dukungan, motivasi dan kasih sayang yang selalu mengalir untukku sampai saat ini.
- ❖ Dosen pembimbing Skripsi yang sudah sabar dalam membimbing dan meluangkan waktu untuk saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik
- ❖ Seseorang yang selalu aku sebut namanya dalam Do'a disepertiga malam, semoga kelak dipertemukan dalam ikatan keluarga yang diridhoi Allah SWT
- ❖ Teman-teman pendidikan fisika angkatan 2016 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas dukungan, bantuan, kerjasama, motivasi dan kebersamaannya selama ini.
- ❖ Alumni Pondok Pesantren Ulul Albab Balirejo Yogyakarta yang telah memberikan ilmu serta pelajaran hidup tentang sebuah kesederhanaan dan kebersamaan semoga menjadi bekal hidup bermasyarakat
- ❖ Almamater tercinta program studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

MOTTO

“Sulit itu ketika kita mencoba sesuatu, tetapi hasil tidak sesuai dengan apa yang kita harapkan, ketika kita belum mencoba, itu bukan sulit tetapi malas”

“Jangan ingin menjadi yang terbaik, tetapi selalu berikan yang terbaik yang bisa kamu lakukan”

“Siapapun yang merindukan kesuksesan, maka harus bertanya pada dirinya, seberapa jauh dan sungguh-sungguh untuk berjuang, karena tiada kesuksesan tanpa perjuangan”

“Katakan kepada mereka jangan lihat dimana aku kuliah, tetapi lihatlah bagaimana aku kuliah”

“Maksimalkan peluang yang ada dan selalu berikan yang terbaik”

“Niatkan semua yang kamu lakukan dibangku kuliah hanya untuk mencari ilmu dan ridho allah bukan mencari gelar, karena allah meninggikan derajat orang yang berilmu bukan orang yang bergelar”

“Mencari ilmu itu harus dibarengi tirakat (riyadhoh) dan harus bersedia menanggung kesulitan pasti kemudian hari akan diberi kemudahan oleh Allah SWT

(Nyai Hj Lailatul badriyah Djazuli)

“Jika ingin hasil yang maksimal, maka berproseslah dengan maksimal”

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah *arabbil'alamin*, segala puji dan syukur senantiasa penulis senandungkan kehadiran Allah SWT, penguasa jagad raya yang telah memberikan kehidupan yang penuh rahmat, hidayah dan karunia yang tak terbilang kepada seluruh makhluknya, termasuk kepada penulis hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi besar Muhammad Saw, keluarga, sahabat dan semoga kita memperoleh syafaatnya diakhir zaman nanti.

Penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang tiada terhingga kepada pihak-pihak yang membantu dalam terwujudnya penulisan skripsi ini.

1. Ibu Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Rachmad Resmiyanto, M.Sc dan Bapak Norma Sidik Risdianto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingannya.
4. Ibu Ika Kartika, S.Pd., M.Pd. Si. Selaku Pembimbing Skripsi, terima kasih yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi kepada penulis sehingga penulis skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik

5. Segenap Dosen Program Studi Pendidikan Fisika serta karyawan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si dan Bapak Dr. Murtono M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam memperbaiki skripsi penulis.
7. Ibu Puspo Rohmi M.Pd, Ibu Endang Sulistyowati, Bapak M.Pd.I, Rachmad Resmiyanto, M.Sc, Bapak Ari Cahya Mawardi, M.Pd, selaku validator ahli instrumen yang telah memberikan masukan dan saran sebagai bahan perbaikan instrumen penelitian yang digunakan untuk proses validasi dan penilaian produk perangkat pembelajaran fisika.
8. Ibu Dr winarti M.Pd.Si dan Ibu Siti Fatimah, M.Pd selaku validator ahli perangkat pembelajaran yang telah memberikan masukan dan saran terhadap perangkat pembelajaran fisika.
9. Ibu Nira nurwulandari, M.Pd dan Ibu Dr. Widayanti, M.Si selaku validator ahli materi yang telah memberikan masukan dan saran terhadap perangkat pembelajaran fisika.
10. Bapak Irwan Yusuf, M.Sc dan Bapak Dr. Pujianto selaku validator ahli STEM yang telah memberikan masukan dan saran terhadap perangkat pembelajaran fisika.
11. Ibu Dra Mardiasuti, Ibu Hani Irawati, M.Pd, Ibu Budi Hayati, M.Pd, Si, selaku penilai ahli perangkat pembelajaran yang telah berkenan memberikan penilaian dan masukan terhadap perangkat pembelajaran fisika.
12. Ibu Dra Sukensri Hardiati, Ayu Fitri Amalia, S.Si., M.Sc, Bapak Andi, M.Sc selaku penilai ahli materi yang telah berkenan memberikan penilaian dan masukan terhadap perangkat pembelajaran fisika.
13. Ibu Dr. Yuberti, M.Pd, Bapak Dr. Sri Adi widodo, S.Pd., M.Pd, Ibu Dr. Yuli Prihatin, M.Pd selaku penilai ahli STEM yang telah berkenan memberikan penilaian dan masukan terhadap perangkat pembelajaran fisika

14. Bapak Edy Purwanto M.Pd, Bapak Ikhsan taufik hadiyanto, Bapak Warjo, Ibu Nur sulhiyatun wakhidah, Ibu Ida Puspita, selaku guru mata pelajaran fisika Madrasah Aliyah yang telah meluangkan waktu dalam memberikan respon perangkat pembelajaran fisika yang dikembangkan
15. Bapak dan ibu guru anggota MGMP (Musyawarah Guru Mata Pelajaran) Fisika di Madrasah Aliyah yang telah memberikan dukungan dalam penelitian tugas akhir ini
16. Kedua orang tua bapak safrul hadi dan ibu sri murni yang telah memberikan kasih sayang, Do'a dan nasehat yang selalu diberikan demi kelancaran kuliah selama ini
17. Teman-teman Pendidikan Fisika angkatan 2016 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan, bantuan, kerjasama, motivasi dan kebersamaannya selama ini.

Penulis menyadari dengan sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, masukan dan saran yang membangun sangat diharapkan guna memperbaiki skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, bidang pendidikan, dan penulis sendiri.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 08 Maret 2021

Penulis

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING*
BERBASIS PENDEKATAN *STEM* (*Science, Teknologi, Engineering and Mathematics*)
PADA MATERI KESEIMBANGAN DAN DINAMIKA ROTASI DI MADRASAH**

ALIYAH

Muhammad Alamul Huda

16690047

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran PJBL-STEM pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi, mengetahui kualitas perangkat pembelajaran, mengetahui respon pendidik terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

Penelitian ini merupakan penelitian R & D dengan model 4-D, yang meliputi tahap *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), *Disseminate* (penyebaran). Penelitian ini dibatasi pada tahap uji coba skala terbatas. Instrumen yang digunakan yaitu lembar validasi instrumen dan produk, lembar penilaian, dan lembar respon pendidik. Penilaian kualitas perangkat pembelajaran dan respon guru menggunakan skala *likert* dengan skala 4 dalam bentuk *checklist*

Hasil penelitian ini yaitu perangkat pembelajaran yang terdiri dari silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan model pembelajaran PJBL-STEM untuk Madrasah Aliyah pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi. Kualitas produk berdasarkan penilaian ahli perangkat pembelajaran, ahli materi dan ahli STEM dengan kategori Sangat Baik (SB), dengan rerata skor 3,46 dari ahli perangkat pembelajaran dan 3,80 dari ahli STEM untuk silabus, untuk RPP mendapatkan rerata skor 3,39, 3,33, dan 3,76. Untuk LKPD mendapat rerata skor 3,44, 3,28 dan 3,83. Untuk respon pendidik pada uji terbatas memperoleh kategori Sangat Setuju (SS) dengan rerata skor 3,48 untuk silabus, 3,52 untuk RPP, dan 3,50 untuk LKPD.

Kata kunci: Perangkat pembelajaran, PJBL, pendekatan *STEM*.

**DEVELOPING A STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) PROJECT
BASED LEARNING DEVELOPMENT ON BALANCE MATERIALS AND ROTATION
DYNAMICS IN MADRASAH ALIYAH**

Muhammad Alamul Huda

16690047

ABSTRACT

This study aims to produce learning tools PJBL-STEM on balance and rotation dynamics, knowing the quality of learning devices, knowing the response of educators to the learning tools developed.

This research is an R & D research with a 4-D model, which includes the stages of Define (definition), Design (design), Develop (development), Disseminate (deployment). This research is limited to the limited scale trial stage. The instruments used were instrument and product validation sheets, assessment sheets, and teacher response sheets. Assessment of the quality of learning tools and teacher responses uses a Likert scale with a scale of 4 in the form of a checklist

The results of this study are learning tools consisting of a syllabus, lesson plans (RPP) and student worksheets (LKPD) with the PJBL-STEM learning model. for Madrasah Aliyah on balance and rotation dynamics. Product quality is based on the assessment of learning device experts, material experts and STEM experts in the Very Good (SB) category, with an average score of 3.46 from learning device experts and 3.80 from STEM experts for syllabus, for RPP get an average score of 3.39, 3.33, and 3.76. For LKPD, the mean score was 3.44, 3.28 and 3.83. For the response of educators to the limited test, they obtained the Strongly Agree (SS) category with a mean score of 3.48 for the syllabus, 3.52 for lesson plans, and 3.50 for LKPD.

Keywords: *Learning tools, PJBL, approach STEM.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI.....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Spesifikasi Produk yang dikembangkan.....	8
G. Manfaat Penelitian.....	9
H. Keterbatasan Pengembangan.....	10
I. Definisi Istilah.....	10
BAB II LANDASAN TEORI.....	13
A. Kajian Teori.....	13
1. Pembelajaran Fisika.....	13
2. Perangkat Pembelajaran.....	14
3. Model Pembelajaran <i>project based learning</i>	25
4. Pendekatan STEM.....	29
5. Model Pembelajaran <i>Project based learning</i> terintegrasi pendekatan STEM.....	31
6. Materi Keseimbangan benda tegar dan dinamika rotasi.....	37

B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	46
C. Kerangka Berpikir.....	49
BAB III METODE PENELITIAN.....	52
A. Model Pengembangan.....	52
B. Prosedur Pengembangan.....	52
1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>).....	54
2. Tahap Perancangan (<i>Design</i>).....	55
3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	57
C. Uji Coba Produk.....	59
D. Teknik Analisa Data.....	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	67
A. HASIL PENELITIAN.....	67
1. Produk Awal.....	67
2. Validasi dan Penilaian.....	76
3. Analisis Data.....	127
B. PEMBAHASAN.....	131
1. Produk Awal.....	131
2. Validasi dan Penilaian.....	158
3. Analisis Data.....	219
4. Kelebihan dan Kekurangan Perangkat Pembelajaran.....	267
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	271
A. KESIMPULAN.....	271
B. KETERBATASAN PENGEMBANGAN.....	272
C. SARAN PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK LEBIH LANJUT....	272
DAFTAR PUSTAKA.....	274
LAMPIRAN 1.....	281
LAMPIRAN 2.....	533
LAMPIRAN 3.....	549
LAMPIRAN 4.....	570

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Aturan Penskoran Skala <i>Likert</i> pada Penilaian Produk.....	68
Tabel 3.2	Kategori Penilaian Produk.....	69
Tabel 3.3	Aturan Penskoran Skala <i>Likert</i> pada Respon Produk.....	70
Tabel 3.4	Kategori Respon Guru Terhadap Produk.....	71
Tabel 4.1	Kritik dan Saran Silabus dari Validator Bidang Perangkat Pembelajaran.....	87
Tabel 4.2	Kritik dan Saran RPP dari Validator Bidang Perangkat Pembelajaran.....	87
Tabel 4.3	Kritik dan Saran LKPD dari Validator Bidang Perangkat Pembelajaran.....	89
Tabel 4.4	Kritik dan Saran RPP dari Validator Bidang Materi.....	93
Tabel 4.5	Kritik dan Saran LKPD dari Validator Bidang Materi.....	94
Tabel 4.6	Kritik dan Saran Silabus dari Validator Bidang STEM.....	100
Tabel 4.7	Kritik dan Saran RPP dari Validator Bidang STEM.....	101
Tabel 4.8	Kritik dan Saran LKPD dari Validator Bidang STEM.....	101
Tabel 4.9	Hasil Penilaian Silabus dari Penilai Bidang Perangkat Pembelajaran.....	103
Tabel 4.10	Kritik dan Saran Silabus dari Penilai Bidang Perangkat Pembelajaran.....	104
Tabel 4.11	Hasil Penilaian RPP dari Penilai Bidang Perangkat Pembelajaran.....	105
Tabel 4.12	Kritik dan Saran RPP dari Penilai Bidang Perangkat Pembelajaran.....	106
Tabel 4.13	Hasil Penilaian LKPD dari Penilai Bidang Perangkat Pembelajaran.....	108
Tabel 4.14	Kritik dan Saran LKPD dari Penilai Bidang Perangkat Pembelajaran.....	109
Tabel 4.15	Hasil Penilaian RPP dari Penilai Bidang Materi.....	110
Tabel 4.16	Kritik dan Saran RPP dari Penilai Bidang Materi.....	111

Tabel 4.17	Hasil Penilaian LKPD dari Penilai Bidang Materi.....	115
Tabel 4.18	Kritik dan Saran LKPD dari Penilai Bidang Materi.....	116
Tabel 4.19	Hasil Penilaian Silabus dari Penilai Bidang STEM.....	117
Tabel 4.20	Kritik dan Saran Silabus dari Penilai Bidang STEM.....	119
Tabel 4.21	Hasil Penilaian RPP dari Penilai Bidang STEM.....	120
Tabel 4.22	Kritik dan Saran RPP dari Penilai Bidang STEM.....	121
Tabel 4.23	Hasil Penilaian LKPD dari Penilai Bidang STEM.....	122
Tabel 4.24	Kritik Dan Saran LKPD dari Penilai Bidang STEM.....	123
Tabel 4.25	Hasil Respon Silabus dari Guru Madrasah Aliyah (MA)	125
Tabel 4.26	Hasil Kritik dan Saran Silabus dari Guru Madrasah Aliyah (MA)	126
Tabel 4.27	Hasil Respon RPP dari Guru Madrasah Aliyah (MA)	128
Tabel 4.28	Hasil Kritik dan Saran RPP dari Guru Madrasah Aliyah (MA)	129
Tabel 4.29	Hasil Respon LKPD dari Guru Madrasah Aliyah (MA)	129
Tabel 4.30	Hasil Kritik dan Saran LKPD dari Guru Madrasah Aliyah (MA)	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	penerapan konsep momen gaya pada proses membuka pintu.....	41
Gambar 2.2	Momen inersia pada bangun ruang.....	45
Gambar 3.1	Alur penelitian pengembangan.....	57
Gambar 4.1	Diagram hasil penilaian silabus oleh penilai.....	133
Gambar 4.2	Diagram hasil penilaian RPP oleh ahli penilai.....	133
Gambar 4.3	Diagram hasil penilaian LKPD oleh penilai.....	134



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1	Identitas Validator.....	284
Lampiran 1.2	Lembar Validasi Instrumen.....	286
Lampiran 1.3	Lembar Validasi Produk oleh Validator Bidang Perangkat Pembelajaran.....	309
Lampiran 1.4	Lembar Validasi Produk oleh Validator Bidang Materi.....	334
Lampiran 1.5	Lembar Validasi Produk oleh Validator Bidang STEM.....	350
Lampiran 1.6	Identitas Penilai.....	375
Lampiran 1.7	Lembar Penilaian Bidang Perangkat Pembelajaran.....	376
Lampiran 1.8	Lembar Penilaian Bidang Materi.....	408
Lampiran 1.9	Lembar Penilaian Bidang STEM.....	433
Lampiran 1.10	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Dan Lembar Respon Guru.....	464
Lampiran 1.11	Rubrik Penilaian.....	477
Lampiran 1.12	Identitas Responden.....	511
Lampiran 1.13	Dokumentasi Uji Terbatas.....	512
Lampiran 1.14	Lembar Respon Guru Pada Uji Terbatas.....	513
Lampiran 2.1	Gambar Komponen Yang Dikembangkan.....	536
Lampiran 3.1	Analisis Hasil Kualitas Perangkat Pembelajaran.....	551
Lampiran 3.2	Analisis Hasil Respon Guru.....	552

Lampiran 4.1 Kisi-Kisi Angket Instrumen Analisis Kebutuhan Guru.....	574
Lampiran 4.2 Lembar Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	575
Lampiran 4.3 Hasil Analisis Kebutuhan Guru.....	578
Lampiran 4.4 <i>Curriculum Vitae</i>	584



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tantangan pendidikan di Indonesia era revolusi industri 4.0. Era revolusi industri 4.0 merupakan era yang menuntut perubahan sangat cepat dan dinamis dalam semua bidang, dalam buku *the fourth industrial revolution* karya prof. klaus martin schwab, teknisi dan ekonom Jerman, yang juga pendiri dan *executive chairman world economic forum*, seseorang yang pertama kali memperkenalkan tentang revolusi industri 4.0, beliau menjelaskan bahwa saat ini, kita berada pada awal revolusi yang secara mendasar mengubah cara hidup, bekerja dan berhubungan satu sama lain.

Saat ini Indonesia berada pada era revolusi industri 4.0, hal ini ditandai dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat secara global, di era sekarang ini, dunia pendidikan dituntut untuk dapat merancang dan mengolah proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi peserta didik sesuai yang dibutuhkan. Seseorang yang hidup di era ini dituntut berbagai kompetensi yang harus dikuasai, agar dapat beradaptasi serta berkontribusi aktif dalam mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Badan Nasional Standar Pendidikan (BNSP) merumuskan 16 prinsip pembelajaran yang harus dipenuhi di era ini antara lain yaitu pembelajaran yang awalnya berpusat pada guru (*teacher center*), menjadi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student center*), pembelajaran yang awalnya satu arah, menuju pembelajaran yang interaktif, dari pembelajaran yang pasif menuju aktif-menyelidiki, dari pembelajaran secara individu menuju pembelajaran berbasis tim, dari alat tunggal menuju alat multimedia, dari hubungan satu arah menuju hubungan yang kooperatif, dari pemikiran

faktual menuju pemikiran yang kritis, dari penyampaian pengetahuan menuju pertukaran pengetahuan (BNSP, 2010).

Berdasarkan penelitian oleh ayu noviana telah dijelaskan bahwa, dalam Permendiknas Nomor 20 tahun 2016, tentang standar kompetensi lulusan untuk setiap lulusan satuan pendidikan dasar dan menengah yang menetapkan bahwa, peserta didik harus memiliki kompetensi pada tiga dimensi yaitu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Pada dimensi keterampilan, peserta didik dituntut untuk memiliki kemampuan berpikir dan bertindak yang terdiri dari kemampuan kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif dan komunikatif, hal ini membuktikan bahwa, pentingnya keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh lulusan SMA/MA. Selain itu, dalam kurikulum 2013 revisi 2017, pendidik diharapkan dapat mengembangkan kompetensi peserta didik sesuai dengan yang dibutuhkan di abad 21, yaitu kompetensi 4C yang terdiri dari berpikir kreatif (*creativity*), berpikir kritis (*critical thinking*), komunikatif (*communication*) dan kolaboratif (*collaboration*) (Nurhaifa., et al, 2020)

Usaha dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran dalam menghadapi era Revolusi Industri 4.0 seperti sekarang ini, merupakan suatu kewajiban bagi setiap pendidik. Pembelajaran di era ini tidak hanya bertujuan untuk membentuk peserta didik yang hanya paham materi, tetapi proses pembelajaran yang dapat mencetak peserta didik untuk memiliki kompetensi yang dibutuhkan. Maka dari itu diperlukan suatu inovasi dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi peserta didik dalam menghadapi era tersebut. Adapun beberapa kompetensi yang dibutuhkan menurut US-Based Partnership *for 21 st century skills (p21)* antara lain yaitu kompetensi berpikir kritis, berfikir kreatif, berkomunikasi, serta berkolaborasi atau dikenal dengan kompetensi 4C. Kebutuhan

terhadap lulusan yang kritis, kreatif, komunikatif serta kolaboratif menjadi kompetensi lulusan utama pada kurikulum 2013 (Kemdikbud, 2019)

Peran pendidik sangat diperlukan dalam mengatur proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi peserta didik, sesuai yang dibutuhkan di era revolusi industri 4.0. Dalam mengembangkan kompetensi peserta didik, diperlukan kemampuan pendidik untuk merencanakan dan mengelola pembelajaran yang efektif, pendidik yang efektif adalah pendidik yang mempunyai persiapan dan pelaksanaan pembelajaran yang sistematis (Moon, Mayes & Hutchinson, 2002). Persiapan tersebut dirancang dan disusun dalam bentuk perangkat pembelajaran.

Tahap awal proses pembelajaran yaitu menyusun perangkat pembelajaran, kualitas perangkat pembelajaran sangat berpengaruh terhadap kualitas pembelajaran yang dihasilkan (aminah, siti, 2020). Dalam Permendikbud Nomor 65 tahun 2013 tentang standar proses dan Permendikbud Nomor 103 tahun 2014 tentang pembelajaran pada pendidikan dasar dan menengah, pendidik diharapkan dapat mengembangkan perencanaan dan persiapan mengajar yang meliputi penyusunan silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan media pembelajaran yang mengacu pada standar isi (Salim nahdi, dede, 2019). Selain itu, pendidik harus dapat mengembangkan perangkat pembelajaran yang efektif dan menarik, dengan tujuan untuk mendapatkan respon yang positif oleh peserta didik, terhadap kegiatan pembelajaran, pengembangan perangkat pembelajaran ini menjadi kewajiban pendidik disekolah, karena dengan mengembangkan perangkat pembelajaran yang efektif, akan menghasilkan proses pembelajaran yang bermakna (Rahman, arief aulia, 2017). Hal ini didukung oleh penelitian dede salim nahdi, bahwa pendidik sebagai perancang kegiatan pembelajaran, harus terampil dalam mengembangkan

perangkat pembelajaran yang tepat, dalam rangka membantu peserta didik mencapai kompetensi yang dibutuhkan.

Secara teoritis, perangkat pembelajaran merupakan, bahan utama dalam mencapai kesuksesan pembelajaran, serta menciptakan pembelajaran yang interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik (Permendikbud No 65, 2013). Perangkat pembelajaran juga dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang dipersiapkan pendidik, sebelum melaksanakan proses pembelajaran untuk dijadikan sebagai petunjuk dan pedoman dalam proses pembelajaran.

Model pembelajaran merupakan pola dan kerangka konseptual yang digunakan pendidik, untuk mengorganisasikan materi pembelajaran dan berfungsi sebagai pedoman guru, dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembelajaran (Jamil, 2013). Diantara beberapa model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM adalah model pembelajaran berbasis proyek, model pembelajaran ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM, yakni diawali dengan suatu permasalahan yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan mendorong peserta didik untuk menyelesaikan masalah tersebut, dengan menghasilkan suatu produk yang dapat menjadi solusi inovatif.

Model pembelajaran PJBL-STEM, juga dapat menunjang keterampilan abad 21 (Ryan, 2020). STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran. Integrasi bidang STEM dapat memberikan dampak positif, terhadap pembelajaran peserta didik, terutama dalam hal

peningkatan pencapaian belajar (Becker & Park, 2011). Keterkaitan antara sains dan teknologi, maupun ilmu lain tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran sains, karena sains memerlukan matematika untuk mengolah data, sementara teknologi dan teknik merupakan aplikasi dari sains. Pembelajaran dengan pendekatan berbasis STEM, diharapkan dapat menghasilkan proses pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik, melalui integrasi pengetahuan, konsep, serta keterampilan secara matematis.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan nadia putri, tentang pengaruh model pembelajaran *project based learning* terintegrasi STEM, terhadap kemampuan pemecahan masalah fisika siswa pada konsep fluida dinamis, didapatkan bahwa adanya peningkatan keterampilan peserta didik dalam pemecahan masalah, selain itu berdasarkan penelitian oleh athi hamidah, tentang efektivitas pembelajaran PJBL dengan pendekatan STEM, terhadap kemampuan *creative problem solving* dan *metacognitive skill* peserta didik pada pembelajaran fisika, didapatkan bahwa model pembelajaran PJBL dengan pendekatan STEM efektif untuk meningkatkan kemampuan *creative problem solving* dan *metacognitive skill* peserta didik pada pembelajaran fisika. Berdasarkan hasil pembagian angket kepada pendidik di Madrasah Aliyah yang berjumlah 24 pendidik di Yogyakarta dari didapatkan informasi bahwa pendidik mengalami kesulitan dalam merancang dan membuat perangkat pembelajaran PJBL-STEM, pendidik di Madrasah Aliyah di Yogyakarta juga membutuhkan perangkat pembelajaran dengan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM.

Maka dari itu dilakukan penelitian pengembangan ini, Adapun Hasil dari penelitian pengembangan ini adalah, perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis STEM (*Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics*) pada materi

keseimbangan dan dinamika rotasi, dengan tujuan membantu pendidik Madrasah Aliyah untuk merancang dan mempersiapkan perangkat pembelajaran yang inovatif serta dapat mendukung perkembangan kompetensi peserta didik dalam menghadapi tantangan era Revolusi Industri 4.0.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi adanya beberapa permasalahan antara lain:

1. Belum adanya inovasi perangkat pembelajaran fisika yang mengintegrasikan antara pengetahuan sains, teknologi, *engineering* (teknik) dan matematika di Madrasah Aliyah (MA).
2. Sebanyak 70,8 % pendidik di Madrasah Aliyah diyogyakarta mengalami kesulitan dalam merancang dan membuat perangkat pembelajaran dengan model *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM
3. Berdasarkan data yang didapatkan bahwa sebanyak 95,8% pendidik di Madrasah Aliyah diyogyakarta membutuhkan perangkat pembelajaran dengan model *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM
4. Berdasarkan data yang didapatkan 100% pendidik di Madrasah Aliyah diyogyakarta membutuhkan perangkat pembelajaran *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan hanya untuk kelas XI MIPA semester gasal di Madrasah Aliyah

2. Komponen yang dikembangkan dalam silabus dan RPP hanya pada Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), kegiatan pembelajaran dan instrumen penilaian pembelajaran
3. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan hanya memuat dua karakteristik pembelajaran STEM yaitu memuat *engineering design process* pada kegiatan pembelajaran serta memuat kegiatan peserta didik untuk merencanakan, mendesain, membuat, serta menguji coba produk.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM (Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics)* pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi Madrasah Aliyah (MA)?
2. Bagaimana kualitas perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM (Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics)* pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi?
3. Bagaimana respon guru-guru fisika Madrasah Aliyah terhadap perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM (Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics)* pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pengembangan ini secara rinci adalah untuk

1. Menghasilkan perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM (Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics)* pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi di Madrasah Aliyah (MA).

2. Mengetahui kualitas perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM* (*Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics*) pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi
3. Mengetahui respon guru-guru fisika di Madrasah Aliyah terhadap perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis *STEM* (*Science, Tecnology, Engineering, and Mathematics*) pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi

F. Spesifikasi Produk yang dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Perangkat pembelajaran fisika meliputi silabus, RPP dan LKPD untuk Madrasah Aliyah di Yogyakarta dengan memunculkan karakteristik pembelajaran STEM
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari lima pertemuan dengan sintaks pembelajaran *project based learning* berbasis STEM (Laboy Rush)
3. Indikator Pencapaian Kompetensi yang dikembangkan memasukkan empat bidang STEM yaitu bidang sains, teknologi, matematika dan teknik (*engineering*)
4. Instrumen penilaian pembelajaran yang dikembangkan mencakup penilaian kognitif, afektif dan psikomotorik dengan memasukkan karaktersitik pembelajaran PJBL-STEM
5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan memuat kegiatan peserta didik untuk menghasilkan suatu produk dengan mengintegrasikan pendekatan STEM yang dibuat secara berkelompok

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian pengembangan ini antara lain sebagai berikut.

1. Secara teoritis

Hasil penelitian ini dapat menambah hazanah ilmu pengetahuan di bidang pendidikan, terutama dalam mengembangkan perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis STEM. Selain itu, Hasil penelitian ini di harapkan dapat menjadi refrensi ilmiah, motivasi dan inovasi bagi peneliti lain untuk mengembangkan penelitiannya untuk lebih baik dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang pengembangan perangkat pembelajaran *project based learning* berbasis STEM.

2. Bagi peneliti

Penelitian ini secara langsung memberikan pengalaman dan wawasan keilmuan yang baru bagi mahasiswa peneliti, khususnya dalam membuat perangkat pembelajaran yang kreatif dan inovatif dengan model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM. Hal ini menjadi bekal mahasiswa peneliti dalam mempersiapkan diri sebagai calon pendidik fisika.

3. Bagi pendidik

Adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi serta refrensi yang baru bagi pendidik, dalam menyusun perangkat pembelajaran dengan model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM pada berbagai materi pembelajaran Fisika.

4. Bagi peserta didik

Desain perangkat pembelajaran yang disusun di harapkan dapat menciptakan suasana pembelajaran yang baru dan menyenangkan serta dapat meningkatkan motivasi

belajar bagi peserta didik karena memanfaatkan kemajuan teknologi dalam proses pembelajaran serta menghubungkan permasalahan yang ada dimasyarakat.

H. Keterbatasan Pengembangan

- a. Penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan (*develop*) yaitu pada uji coba skala terbatas kepada 5 guru fisika pada sekolah Madrasah Aliyah yang berbeda dan dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Uji coba skala terbatas dilakukan dengan mempresentasikan produk yang telah dihasilkan untuk mendapatkan respon produk oleh guru fisika. Penelitian ini dilakukan sampai Uji coba skala terbatas dikarenakan terkendala pandemic covid-19.

I. Definisi Istilah

Terdapat beberapa Istilah yang dipakai dalam penelitian ini yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Perencanaan pembelajaran merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menyusun materi pembelajaran, penggunaan media, penggunaan pendekatan, metode pembelajaran, serta penilaian pembelajaran dalam suatu alokasi waktu tertentu untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan.
2. Perangkat pembelajaran merupakan perlengkapan kegiatan pembelajaran yang di susun secara sistematis dan digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran.
3. Silabus merupakan seperangkat rencana serta pengaturan pelaksanaan pembelajaran dan penilaian yang di susun secara sistematis yang mencakup Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), materi pokok, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi, penilaian, alokasi waktu dan sumber belajar yang dikembangkan oleh setiap satuan pendidikan berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP)

4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam standar isi dan telah dijabarkan dalam silabus
5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yaitu lembaran-lembaran yang berisi tugas-tugas yang harus dikerjakan peserta didik, yang dilengkapi dengan petunjuk dan langkah-langkah penyelesaian, untuk membantu pendidik dalam menyampaikan pesan atau informasi pembelajaran.
6. Model pembelajaran *Project based learning* didefinisikan sebagai suatu model pembelajaran yang inovatif dan dapat memberikan pengalaman baru bagi peserta didik serta memberikan kesempatan peserta didik untuk membuat suatu proyek dengan kolaboratif, hasil akhir dari pembelajaran model *Project based learning* ini adalah suatu produk yang bermanfaat.
7. Pendekatan STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menghubungkan empat bidang yaitu sains, teknologi, *engineering* dan matematika menjadi satu kesatuan yang holistik
8. Kompetensi Inti (KI) merupakan kualitas yang harus dimiliki peserta didik yang diperoleh melalui pembelajaran yang diorganisasikan dalam proses pembelajaran aktif
9. Kompetensi Dasar (KD) merupakan acuan dalam mengembangkan materi pokok, kegiatan pembelajaran, serta standar kompetensi lulusan untuk penilaian

10. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) merupakan rumusan kemampuan yang harus dilakukan atau ditampilkan oleh siswa untuk menunjukan ketercapaian kompetensi dasar.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pengembangan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini merupakan penelitian tentang pengembangan perangkat pembelajaran *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi di Madrasah Aliyah (MA). Adapun produk yang dihasilkan yaitu perangkat pembelajaran yang terdiri dari silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan berdasarkan kebutuhan pendidik Madrasah Aliyah di Yogyakarta.
2. Berdasarkan penilaian kualitas produk perangkat pembelajaran *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM, menurut penilai bidang perangkat pembelajaran untuk silabus mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan skor 3,46, untuk RPP mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan skor 3,39, sementara untuk LKPD mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan skor 3,34. Menurut penilai bidang materi untuk RPP mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan skor 3,33, untuk LKPD mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan skor 3,28. Menurut penilai bidang STEM untuk silabus mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan skor 3,80, untuk RPP mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan rerata skor 3,76, dan untuk LKPD mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) dengan rerata skor 3,83.
3. Respon guru fisika Madrasah Aliyah di Yogyakarta pada uji terbatas, terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan yang terdiri dari 5 guru fisika dari sekolah

yang berbeda memperoleh kategori Sangat Setuju (SS) dengan rerata skor 3,48 untuk silabus, kategori Sangat Setuju (SS) dengan rerata skor 3,52 untuk RPP, dan kategori Sangat Setuju (SS) dengan rerata skor 3,50 untuk LKPD. Dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran

B. KETERBATASAN PENGEMBANGAN

Penelitian pengembangan ini memiliki beberapa keterbatasan penelitian, yaitu hanya sampai pada uji coba terbatas, belum dilakukan uji keefektifan, perangkat pembelajaran belum dapat dilaksanakan dalam proses pembelajaran, dan belum diselesaikan sampai tahap *dessiminate* atau penyebarluasan karena terkendala kondisi pandemic covid-19.

C. SARAN PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK LEBIH LANJUT

Adapun saran pemanfaatan dan pengembangan produk lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Saran Pemanfaatan

Peneliti sebagai pembuat produk ini memiliki beberapa saran bagi para pendidik dalam penggunaan produk, antara lain:

- a. Produk yang dibuat dalam pembelajaran *Project Based Learning* dibuat berupa model dengan menggunakan skala yang telah ditentukan, serta bahan yang akan digunakan sudah dipersiapkan oleh pendidik, sehingga produk yang dihasilkan berupa produk inovasi peserta didik
- b. Sebelum membuat produk, pendidik menyiapkan contoh produk yang akan dibuat, sehingga ketika pembelajaran selesai dan peserta didik belum menyelesaikan

produk, pendidik dapat menjelaskan konsep fisika pada produk yang sudah disiapkan

- c. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan menjadi salah satu referensi untuk pendidik dalam merancang dan membuat perangkat pembelajaran dengan model *Project Based Learning* berbasis pendekatan STEM
 - d. Sebaiknya penelitian pengembangan ini dapat dilanjutkan untuk penelitian pada uji luas dan uji efektivitas perangkat pembelajaran yang telah dibuat, serta dilakukan pembuatan produk dalam proses pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran PJBL-STEM
 - e. Pembelajaran dengan model PJBL-STEM, peserta didik membuat produk palang pintu dengan alat pengukur suhu otomatis yang menjadi solusi dalam mengurangi kontak fisik pada pengukuran suhu menggunakan *termogun* dimasa pandemic.
2. Pengembangan Produk

Penelitian pengembangan perangkat pembelajaran PJBL-STEM ini pada tahap *develop* yaitu uji coba terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut seperti uji coba luas dan uji efektivitas perangkat pembelajaran untuk memperoleh produk yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Osman, K. 2010. *Scientific inventive thinking skills among primary students in Brunei. Procedia-social and behavioral Science*, 7, 294-301
- Afriana, Jaka. 2015. *Project Based Learning*. Program studi pendidikan IPA Sekolah Psa Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
- Aminah Nabban, Siti & Hennra Saputra Tanjung. 2020. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pendekatan Matematika Realistik Untuk Meningkatkan Kemampuan Disposisi Matematis Siswa SMA Negeri 4 Wira Bangsa Kabupaten Aceh Barat*. STKIP Bina Bangsa Meulaboh. Aceh barat.
- Arifin, Zainal. 2011. *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. 2010. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aulia Rahman, Arief. 2017. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pendekatan Realistik untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP N 3 Langsa*. STKIP Bina Bangsa Meulaboh.
- Aunurrahman. 2012. *Belajar dan pembelajaran*. Alfabeta: Bandung
- Ayunisa rani, Syella. 2016. *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis conceptual attainment untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains pada materi keseimbangan dan dinamika rotasi*. Skripsi Program Studi Pendidikan Fisika. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5 & 6), 23–37.

- BNSP. 2010. *Panduan Pengembangan Indikator*. Jakarta: Depdiknas
- Borich, G. D. 1994. *Observation skills for teaching*. New York: Macmillan Publishing Company
- BSNP. 2007. *Standar Proses Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas
- Bybee, R, W. 2013. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press
- Darmodjo, Hendro & Kaligis, Jenny R.E. 1992. *Pendidikan IPA II*. Jakarta: Depdikbud
- Daryanto. 2013. *Media pembelajaran perannya sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media
- Fathurrhman, Muhammad & Sulistyorini. 2012. *Belajar dan pembelajaran: meningkatkan mutu pembelajaran sesuai standar nasional*. Yogyakarta: Teras.
- Giancolli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid I Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga
- Greenstein, L. 2012. *Assessing 21st century skill: A Guide to evaluating mastery and authentic learning*. California: Corwin
- Hannover R. 2011. *Succesfull K-12 STEM education: Identityfing effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. Wangshinton DC: National Academies Press
- Hendro Darmojo & kaligis, jenny R. E. 1993. *Pendidikan IPA 2*. Jakarta: Erlangga
- Herala, A., Vanhala, E., Knutas, A., &Ikonen, J. 2016. Teaching programming with flipped classroom method: a study from two programning courses in *proceedings of the 15 Th koli Calling Conference on Computing Education Research* (pp.165-166). ACM
- Hutabarat, O.R. 2004. *Model-model Penilaian Berbasis Kompetensi PAK*. Bandung: Bina Media Informasi
- Izzati, Nur. Dkk. 2019. *Pengenalan pendekatan STEM sebagai inovasi pembelajaran era revolusi industri 4.0*. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.

- Jamil Suprihatiningrum. 2013. *Strategi pembelajaran: teori dan aplikasi*. Yogyakarta: ARR RUZZ MEDIA
- Jolly. 2017. *STEM by design (strategies and activities for grades 4-8. An eye on education book*
- Kanginan, Marthen. 2010. *Physics for senior High School grade XI*. Jakarta: Erlangga
- Kemendikbud. 2014. *Materi Pelatihan Guru implementasi kurikulum 2013 tahun ajaran 2014/2015: Mata Pelajaran IPA SMP/MTs*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kemendikbud. 2019. *Modul penyusunan soal keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills)*. Direktorat pembinaan Sekolah Menengah Atas
- Komalasari, Kokom. 2010. *Pembelajaran Kontekstual konsep dan aplikasi*. Bandung: PT Refika Aditama
- Majid, Abdul. 2013. *Pembelajaran tematik terpadu*. Bandung: RemajaRosdakarya
- Mardapi, D. 2008. *Teknik penyusunan instrumen tes dan non tes*. Yogyakarta: Mitra Cendekia press.
- Maulana. 2020. *Penerapan Model project based learning berbasis pembelajaran STEM pada pembelajaran fisika siapkan kemandirian belajar peserta didik*. Jurnal teknodik
- Mawar kinasih, Arum. 2017. *Problematika guru dalam penyusunan perangkat pembelajaran di SD Muhammadiyah 14 Surakarta*. Skripsi Program Studi Pendidikan Sekolah Dasar Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Moon, B., Mayes, A. S., & Hutchinson, S. (2002). *Teaching, learning and the curriculum in secondary school*. New York, NY: Routledge
- Muhammad Syukri, dkk. Pendidikan STEM dalam Enterpreneurial Science Thinking Escit: satu perkongsian dari UKM untuk Aceh, *Aceh Develompent International Converence*, Vol. 1, Aceh, Maret 2013, h.107.

- Mulyatiningsih, Endang. 2013. *Metode penelitian Terapan bidang pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Mundilarto. 2010. *Penilaian hasil belajar fisika*. Yogyakarta: P21S jurdik fisika UNY
- National Education Association. 2010. *Preeparing 21St century students for a global society: an Educators guide to the four Cs*, Retrieved September 16, 2018, from National Education Association.
- National Research Council. 2011. *A Framework for K-12 Science Education: practices, Crosscutting Concepts and Core ideas*. Wangshinton DC: The National Academies Press
- National STEM Education Center. (2014). *STEM education network manual*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Noviana, ayu. 2019. “*Tesis tentang pengembangan perangkat penilaian keterampilan kolaborasi dan komunikasi berbasis project based learning*” Program pascasarjana magister pendidikan fisika fakultas keguruan dan ilmu pendidikan universitas lampung Bandar lampung
- Noviana, Ayu. 2019. *Pengembangan Perangkat Penilaian Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi Berbasis Project Based Learning*. Program Pascasarjana Magister Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
- Nurhaifa, Italyani. Ghullam Hamdu, Yusuf suryana. 2020. *Rubrik penilaian kinerja pada pembelajaran STEM berbasis keterampilan 4C*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Nurlaely, Nelly. 2017. *Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan STEM (STEM-PJBL) untuk meningkatkan literasi STEM siswa SMP pada materi bioteknologi pangan*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan kebudayaan Nomor 65 Tahun 2013 tentang standar proses pendidikan Dasar dan Menengah

- Peraturan Menteri Pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81 A Tahun 2013 tentang implementasi kurikulum pedoman umum pembelajaran.
- Permanasari, Anna. 2016. STEM Education: Inovasi dalam pembelajaran Sains. *Prosiding, Seminar Nasional pendidikan sains tanggal 22 oktober 2016*. Bandung: UPI
- Poppy kamalia Devi, dkk. 2009. *Pengembangan perangkat pembelajaran untuk guru SMP*. Bandung: PPPPTK IPA
- Prastowo, andi. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva press
- Prastowo, andi. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik: Tinjauan Teoritis dan Praktik*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Purwanto, N. 2012. *Prinsip-Prinsip dan Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Roberts, A. 2012. A Justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, LXXIV (8):1-5
- Robiatul jauhariyah, Farah. Dkk. 2017. *Project based learning* berbasis pendekatan STEM pada pembelajaran sains. Universitas Negeri Malang
- Rosidin, U. 2017. *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Yogyakarta. Media Akademi
- Ryan ardianysah. Dkk. 2020. *Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Abad 21 Dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Bagi Guru IPA*. Jurnal Publikasi Pendidikan.
- Salim Nahdi, Dede & Ujiati Cahyaningsih. 2019. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SD Kelas V Dengan Berbasis Pendekatan Saintifik Yang Berorientasi Pada Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa*. Universitas Majalengka
- Serway, Raymond A dan Jewett, Jr. John W. 2004. *Physics for Scientists and Engineers*. Thomson Brooks/Cole
- Serway, Raymond A dan Jewett, Jr. John W. 2009. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik.

- Siswanto, Joko. 2018. *Keefektifan pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa*. Program Studi pendidikan fisika Universitas PGRI Semarang
- Stohlmann, Micah, Moore T.J., & Roehrig G.H. 2012. Considerations for teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. Vol 2. 28-34.
- Sugihartono, dkk. 2007. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. 2017. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suharto. 2015. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 tahun 2015*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjamin Mutu Pendidikan dan Kebudayaan.
- Surachman. 1998. *Pengembangan Bahan Ajar*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga
- Trianto.2009. *mendesain model pembelajaran inovatif-progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media group
- Trianto.2010. *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara
- Vasquez, J., Sneider, C., & Corner, M. 2013. *STEM Lesson Essentials, Grades 3- 8: Intregrating Science, Technology, Engineering, and Mathematic*. Portsmouth: Heinemann.
- Wena, Meda. 2011. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara
- Widyoko, Eko Putro. 2014. *Teknik Penyusunan Intsrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wina sanjaya.2015. *Pengembangan perangkat kurikulum dan rancangan pembelajaran*. Fakultas Ilmu Pendidikan.Universitas Pendidikan Indonesia

- Young, Hugh D. and Roger A. Freedman. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Yuniani, Armelia, Dkk. 2019. *Era Revolusi Industry 4.0: Peran Media Sosial Dalam Pembelajaran Fisika di SMA*. Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains vol (2) no (1). FKIP Universitas Samudra.
- Yuni Setiayarti, Minggusta. 2018. *Pengembangan Lembar kegiatan peserta didik project based learning*. FKIP UMP

