

**PENGEMBANGAN BUKU AJAR PENDAHULUAN  
FISIKA KUANTUM BERBASIS STEM PADA  
SUB POKOK BAHASAN SPIN**

**SKRIPSI**

oleh

**Sri Zakiyah**

**NIM: 06111181419022**

**Program Studi Pendidikan Fisika**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

**PENGEMBANGAN BUKU AJAR PENDAHULUAN FISIKA KUANTUM  
BERBASIS STEM PADA SUB POKOK BAHASAN SPIN**

**SKRIPSI**

oleh

**Sri Zakiyah**

**NIM: 06111181419022**

**Program Studi Pendidikan Fisika**

**Pembimbing 1,**



**Drs. Hamdi Akhsan, M.Si.  
NIP 196902101994121001**

**Mengesahkan:**

**Pembimbing 2,**



**Dr. Ketang Wiyono, M.Pd.  
NIP 197905222005011005**

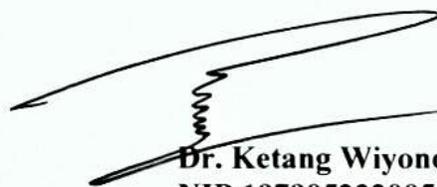
**Ketua Jurusan,**



**Dr. Ismet, S.Pd., M.Si.  
NIP 196807061994021001**

**Mengetahui:**

**Ketua Program Studi,**



**Dr. Ketang Wiyono, M.Pd.  
NIP 197905222005011005**

**PENGEMBANGAN BUKU AJAR PENDAHULUAN FISIKA  
KUANTUM BERBASIS STEM PADA SUB POKOK BAHASAN SPIN**

**SKRIPSI**

oleh

**Sri Zakiyah**

**NIM: 06111181419022**

**Telah diujikan dan lulus pada:**

Hari : Selasa  
Tanggal : 27 Maret 2018

**TIM PENGUJI**

1. Ketua : Drs. Hamdi Akhsan, M.Si.

2. Sekretaris : Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd

3. Anggota : Dr. Ismet, S.Pd., M.Si.

4. Anggota : Dra. Murniati, M.Si.

5. Anggota : Sudirman, S.Pd., M.Si.

Indralaya, Maret 2018  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi,

Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd.  
NIP 197905222005011005

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Zakiyah

NIM : 06111181419022

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul "Pengembangan Buku Ajar Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis STEM Pada Sub Pokok Bahasan Spin" ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika kelimuan yang berlaku sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan pihak manapaun.

Indralaya, Maret 2018



Mahasiswa ybs,

Sri Zakiyah

NIM 06111181419022

## PRAKATA

Skripsi dengan judul “Pengembangan Buku Ajar Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis STEM pada Sub Pokok Spin” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Hamdi Akhsan, M.Si. dan Bapak Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd. sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Sofendi, M.A., Ph.D., Dekan FKIP Unsri, Bapak Dr. Ismet, S.Pd., M.Si., Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Bapak Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd., Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bapak Dr. Ismet, S.Pd., M.Si., Ibu Dra. Murniati, M.Si., Bapak Sudirman, S.Pd., M.Si., yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan skripsi, Ibu Jesi Pebralia, S.Pd., M.Si., Bapak Dr. Ismet, S.Pd., Bapak Dr. Akhmad Aminuddin Bama, M.Si., Bapak Dr. Kistiono, M.T., dan Ibu Saparini, M.Pd. yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan produk buku ajar.

Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua Bapak Jamanuddin dan Ibu Titis Handayani, adikku tercinta Ahmad Shidatafi, dosen-dosen pendidikan fisika, Kak Rio, Kak Farid, Kak Yanal (admin program studi), sahabatku (Sakinah Amini, Guruh Sukarno Putra, Egon, Wulandari Agustini, Riris Saraswati, Hersi Sativa, Sari Kuswari), dan teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP Unsri khususnya angkatan 2014 yang telah menemani, memberikan semangat, dan meluangkan waktunya untuk membantu penulisan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang fisika, pendidikan fisika dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Inderalaya,     Maret 2018

Penulis,

Sri Zakiyah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Bahan Ajar.....	6
2.1.1 Ruang Lingkup Bahan Ajar .....	7
2.1.2 Jenis-Jenis Bahan Ajar .....	7
2.1.3 Langkah-Langkah Penyusunan Buku.....	9
2.2 STEM ( <i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> ).....	9
2.2.1 Prinsip-Prinsip Penyusunan Konten Pembelajaran Menggunakan STEM.....	11
2.3 Pembelajaran Pendahuluan Fisika Kuantum .....	13
2.3.1 Karakteristik Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum .....	13
2.3.2 Karakteristik Mater Spin.....	13
2.3.3 Ruang Lingkup STEM pada Materi Buku Ajar Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis STEM pada Sub Pokok Bahasan Spin.....	15
2.3.3.1 Partikel Elementer .....	16

2.3.3.2 Fermion.....	18
2.3.3.3 Boson.....	19
2.4 Penelitian Pengembangan ( <i>Development Research</i> ).....	20
2.5 Model-Model Penelitian Pengembangan .....	21
2.5.1 Model Pengembangan Produk Rowntree .....	22
2.6 Prosedur Evaluasi Tessmer.....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Subjek Penelitian .....	24
3.2 Metode Penelitian .....	25
3.3 Prosedur Penelitian .....	25
3.3.1 Perencanaan .....	25
3.3.2 Pengembangan .....	26
3.3.3 Evaluasi.....	27
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	30
3.4.1 <i>Walkthrough</i> .....	30
3.4.2 Angket .....	31
3.5 Teknik Analisis Data.....	31
3.5.1 Analisis <i>Walkthrough</i> .....	31
3.5.2 Angket Tanggapan Mahasiswa .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	36
4.1.1 Hasil Tahap Perencanaan.....	36
4.1.1.1 Analisis Kebutuhan.....	36
4.1.1.2 Perumusan Tujuan Pembelajaran .....	38
4.1.2 Hasil Tahap Pengembangan.....	39
4.1.2.1 Pengembangan Topik .....	39
4.1.2.2 Penyusunan Draf .....	40
4.1.2.3 Produksi Prototipe .....	41
4.1.3 Hasil Tahap Evaluasi.....	41
4.1.3.1 Hasil <i>Self-Evaluation</i> .....	41
4.1.3.2 Hasil <i>Expert Review</i> .....	43

4.1.3.3 Hasil <i>One-to-One Evaluation</i> .....	53
4.1.3.4 Hasil <i>Small Group Evaluation</i> .....	55
4.2 Pembahasan Penelitian .....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>65</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Matriks Struktur Penyusun Jenis-Jenis Bahan Ajar Cetak ..... 8
2.2	Definisi Literasi <i>STEM</i> ..... 10
2.3	Mata Pelajaran <i>STEM</i> yang Saling Terkait ..... 11
2.4	Pengkategorian Materi terhadap Komponen <i>STEM</i> ..... 14
2.5	Ruang Lingkup <i>STEM</i> pada Bahasan Partikel Elementer ..... 16
2.6	Ruang Lingkup <i>STEM</i> pada Bahasan Fermion ..... 18
2.7	Ruang Lingkup <i>STEM</i> pada Bahasan Boson ..... 19
2.8	Desain Model Penelitian Pengembangan ..... 21
3.1	Klasifikasi Sumber Data ..... 24
3.2	Kisi-Kisi Instrumen Validasi Isi ( <i>Content</i> ) Bahan Ajar ..... 30
3.3	Kisi-Kisi Instrumen Validasi Desain Buku Ajar ..... 30
3.4	Kisi-Kisi Instrumen Validasi Kebahasaan Buku Ajar ..... 31
3.5	Kisi-Kisi Angket Tanggapan Mahasiswa ..... 31
3.6	Skala Likert Angket Validasi Ahli ..... 32
3.7	Kategori Nilai Kevalidan ..... 32
3.8	Kategori Buku Ajar Berdasarkan Validasi Ahli ..... 33
3.9	Skor Angket Tanggapan Mahasiswa Menggunakan Skala Likert ..... 34
3.10	Kategori Nilai Kepraktisan ..... 34
3.11	Kategori Buku Ajar Berdasarkan Tanggapan Mahasiswa ..... 35
4.1	Analisis RPS pada Pengembangan Buku Ajar Materi Spin ..... 37
4.2	Perumusan Tujuan Pembelajaran ..... 38
4.3	Hasil Penilaian Validasi Isi <i>STEM</i> terhadap Buku Ajar pada Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis <i>STEM</i> ..... 44
4.4	Hasil Penilaian Validasi Isi ( <i>Content</i> ) terhadap Buku Ajar pada Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis <i>STEM</i> ..... 45
4.5	Hasil Penilaian Validasi Desain terhadap Buku Ajar pada Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis <i>STEM</i> ..... 45

4.6	Hasil Penilaian Validasi Kebahasaan terhadap Buku Ajar pada Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis STEM .....	46
4.7	Rata-Rata Total Penilaian Validasi Ahli terhadap Buku Ajar Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis STEM.....	47
4.8	Revisi Prototipe 1 Berdasarkan Saran oleh Validator .....	47
4.9	Rekapitulasi Hasil Penilaian Tahap <i>One-to-One Evaluation</i> .....	53
4.10	Komentar dan Saran pada Tahap <i>One-to-One Evaluation</i> .....	54
4.11	Revisi Prototipe 1 Berdasarkan Saran oleh Mahasiswa .....	55
4.12	Rekapitulasi Hasil Penilaian Tahap <i>Small Group Evaluation</i> .....	56
4.13	Komentar dan Saran pada Tahap <i>Small Group Evaluation</i> .....	56
4.14	Revisi Prototipe 2 Berdasarkan Saran oleh Mahasiswa .....	57

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Tahap-Tahap Pengembangan Produk Model Rowntree.....	22
2.2 Alur Desain Formative Evaluation .....	23
3.1 Prosedur Penelitian Pengembangan .....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
A (Perangkat Penelitian) .....	70
A.1 Rencana Program Semester (RPS) Pendahuluan Fisika Kuantum.....	71
A.2 Garis Besar Isi Buku Ajar (GBIBA) .....	88
B (Instrumen Penelitian) .....	93
B.1 Angket Validasi Ahli .....	94
B.2 Angket <i>One-to-One</i> .....	114
B.3 Angket <i>Small Group</i> .....	122
B.4 Rekapitulasi Hasil Validasi STEM.....	142
B.5 Rekapitulasi Hasil Validasi Isi Buku Ajar .....	143
B.6 Rekapitulasi Hasil Validasi Desain Buku Ajar .....	144
B.7 Rekapitulasi Hasil Validasi Kebahasaan Buku Ajar .....	145
B.8 Rekapitulasi Hasil Kepraktisan Tahap <i>One-to-One</i> .....	146
B.9 Rekapitulasi Hasil Kepraktisan Tahap <i>Small Group</i> .....	147
C (Administrasi Penelitian).....	148
C.1 Usulan Judul Skripsi .....	149
C.2 Persetujuan Seminar Proposal Penelitian.....	150
C.3 Kartu Notulensi Seminar Proposal .....	151
C.4 SK Pembimbing Skripsi.....	155
C.5 Surat Izin Penelitian.....	157
C.6 Surat Keterangan Telah Menyelesaikan Penelitian .....	158
C.7 Persetujuan Seminar Hasil Penelitian .....	159
C.8 Pengesahan Maju Skripsi.....	160
C.9 Kartu Bimbingan Skripsi .....	161
C.10 Notulensi Ujian Skripsi.....	165
C.11 Bukti Perbaikan Skripsi .....	169
D (Dokumentasi Penelitian) .....	170

## ABSTRAK

Telah berhasil dikembangkan buku ajar pendahuluan fisika kuantum berbasis STEM pada sub pokok bahasan spin yang valid dan praktis. Pengembangan dilakukan dengan mengadaptasi model pengembangan Rowntree yang terdiri dari tiga tahap yaitu, tahap perencanaan, tahap pengembangan, dan tahap evaluasi. Pada penelitian ini, tahap evaluasi yang digunakan menggunakan tahap evaluasi formatif Tessmer yang terdiri dari lima tahap yaitu, *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one evaluation*, *small group evaluation*, dan *field test*. Pengujian buku ajar sebatas untuk mengetahui kevalidan dan kepraktisan, sehingga tahap *field test* tidak dilaksanakan. Data yang dikumpulkan melalui metode *walkthrough* dan angket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rerata untuk kevalidan buku ajar sebesar 4,4 dengan kategori sangat valid. Skor rerata kepraktisan pada tahap *one-to-one evaluation* sebesar 4,5 dengan kategori sangat praktis dan pada tahap *small group evaluation* sebesar 4,6 dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian, produk buku ajar pendahuluan fisika kuantum berbasis STEM pada sub pokok bahasan spin yang telah dikembangkan telah valid dan praktis.

***Kata Kunci: Buku ajar, STEM, Spin, Partikel***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang pesat di abad 21 ini. Oleh karena itu, sistem pendidikan terus mengalami perkembangan untuk menghasilkan lulusan yang dapat menguasai berbagai kemampuan sehingga dapat bersaing secara global. Berdasarkan laporan dari *World Economic Forum* menunjukkan bahwa pada tahun 2016-2017 peringkat daya saing global Indonesia turun dari 37 ke 41 dari 138 negara (WEF, 2016). Sebagai perbandingan untuk sesama negara Asia, Singapura dan Malaysia masing-masing berada di peringkat ke-2 dan ke-25. Faktor yang mempengaruhi daya saing tersebut meliputi empat aspek diantaranya penguatan kelembagaan, kebijakan yang baik dan inovatif, *hard connectivity*, dan *soft connectivity* (WEF, 2016). *Soft connectivity* merupakan gabungan *social capital* atau modal kapital dan *knowledge capital* atau modal pengetahuan yang menitikberatkan pada investasi di bidang infrastruktur dan inovasi teknologi (Devan, 2016). UNESCO (2008) menetapkan enam komponen (kebijakan pendidikan, kurikulum dan penilaian, pedagogi, ICT, organisasi dan administrasi, dan pengembangan profesi guru) berbasis tiga aspek (literasi teknologi (*technology literacy*), pendalaman pemahaman ilmu (*knowledge deeping*), dan penerapan ilmu (*knowledge creation*) dalam sistem pendidikan yang diharapkan menjadi kompetensi guru di abad-21. Pendidik diharapkan mampu menggunakan teknologi untuk mencari beragam sumber belajar bagi peserta didik dan ide-ide baru untuk kegiatan pembelajaran, terus memperbaharui pengetahuannya melalui forum diskusi dengan para ahli dan sumber-sumber lainnya, serta dapat mengimprovisasi bidang ilmu dan aplikasinya pada teknologi yang ada di saat ini (UNESCO, 2008). Berkaitan dengan visi Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya untuk menjadi program studi pendidikan fisika terkemuka berbasis riset, inovatif dalam pendidikan dan tanggap terhadap perkembangan ipteks pada tahun 2025 tentunya permasalahan tersebut menjadi bahan evaluasi untuk terus meningkatkan

kualitas segala faktor yang menunjang kegiatan perkuliahan sehingga menghasilkan lulusan yang mampu bersaing pada tingkat global. Hal inilah yang menjadi alasan perlunya meningkatkan segala komponen pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad-21.

STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang saat ini sedang menjadi isu penting dalam bidang pendidikan (Pertiwi, 2017). Komponen STEM meliputi kreativitas, berfikir kritis, kolaborasi dan komunikasi (Beers, 2011). Melalui pendekatan STEM diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa (Afriana, 2016). Adapun beberapa manfaat dari pendekatan STEM menurut Morrison (Stohlmann, dkk., 2012) antara lain siswa dapat memecahkan suatu permasalahan, sebagai inovator, *inventor*, berfikir logis, dan memiliki kemampuan literasi teknologi. Sehingga setelah pembelajaran siswa diharapkan memahami dan mampu mengkaitkan konsep dalam kehidupan sehari-hari bukan sekedar menghafal.

Dalam kegiatan pembelajaran selain penggunaan pendekatan yang tepat, komponen pembelajaran yang digunakan untuk menunjang keberhasilan kegiatan belajar mengajar juga harus tepat, salah satunya adalah bahan ajar (Kaymakci, 2012). Bahan ajar memainkan peranan penting dalam memastikan efektivitas kegiatan pembelajaran. Adanya bahan ajar dapat membantu pendidik untuk mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Suparmin dan Pujiastuti (Aisyi, dkk., 2013) bahan ajar adalah salah satu komponen sistem pembelajaran dengan peranan penting dalam membantu siswa untuk mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar atau tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Suhardjono (Aisyi, dkk., 2013) mendefinisikan bahan ajar sebagai materi perkuliahan yang disusun secara sistematis yang digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan. Sadjati (2012) mengelompokkan bahan ajar ke dalam 2 kelompok yakni jenis bahan ajar cetak (modul, *handout*, dan lembar kerja) dan bahan ajar noncetak (video, audio, dan OHT).

Berdasarkan kurikulum di program studi pendidikan fisika, mata kuliah pendahuluan fisika kuantum merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa pendidikan fisika. Dalam pelaksanaannya, kegiatan

perkuliahan pendahuluan fisika kuantum di program studi pendidikan fisika FKIP Unsri menggunakan buku teks *Introduction to Quantum Mechanics* tulisan David J. Griffiths. Pada perkuliahan ini materi yang dibahas meliputi fenomena-fenomena fisika meliputi fisika statistik, fungsi gelombang, persamaan schrödinger tak bergantung waktu, formalisme, fisika kuantum untuk sistem tiga dimensi, dan partikel identik. Berdasarkan hasil wawancara tak terstruktur dengan beberapa mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya angkatan 2014, salah satu materi yang sukar dipahami dalam perkuliahan pendahuluan fisika kuantum adalah spin. Spin sendiri merupakan sub pokok bahasan dari materi pendahuluan fisika kuantum untuk sistem tiga dimensi. Hal tersebut disebabkan karena buku referensi hanya menyajikan teknik matematis yang kompleks dan sukar dipahami. Di sisi lain, materi spin di buku referensi yang digunakan tidak diiringi oleh ilustrasi/permodelan spin serta kurang menjelaskan makna fisis spin itu sendiri, selain itu minimnya contoh aplikasi partikel spin baik itu di buku utama maupun pendukung terutama aplikasi yang berkaitan dengan perkembangan iptek dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan materi ini menjadi materi yang cenderung membosankan karena sukar untuk dipahami.

Fisika kuantum menjelaskan fenomena-fenomena alam dari tingkat partikel dasar hingga fisika alam semesta. Banyak teknologi modern yang mungkin tidak dapat ditemukan tanpa bantuan ilmuwan fisika kuantum (Zeilinger, 1999). Fisika kuantum telah mendominasi bidang teknologi selama lebih dari setengah abad dalam perkembangan fisika abad-20 (Zollman, D.A., dkk., 2002). Dowling, J.P., dkk. (2003), juga senada mengungkapkan revolusi fisika kuantum yang telah berkembang di saat ini menjadi banyak teknologi inti yang mendasari masyarakat modern. Hasil analisis materi spin dalam sistem partikel menunjukkan bahwa ruang lingkup materi spin tidak hanya sebatas sains dan matematis melainkan juga bidang teknologi. Hal ini berdasarkan kajian dari berbagai jurnal yang menunjukkan bahwa teknologi masa kini menggunakan partikel-partikel spin (fermion dan boson) yang merupakan bagian dari materi spin dalam kajian pendahuluan fisika kuantum. Cara kerja dan perbandingan dari teknologi yang

digunakan dapat direpresentasikan sebagai bentuk rekayasa sains dari materi spin dalam sistem partikel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa materi spin dalam perkuliahan pendahuluan fisika kuantum memiliki potensi untuk dikembangkan dalam suatu bahan ajar yang berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematics*).

Penelitian tentang pengembangan bahan ajar berbasis STEM pernah dilakukan oleh Arinillah (2016) dengan produk berupa buku siswa fisika dengan pendekatan STEM pada materi kalor dengan rata-rata skor 3,50 untuk kemenarikan, 3,47 untuk kemudahan, 3,55 untuk kebermanfaatan, efektif untuk digunakan berdasarkan perolehan hasil belajar siswa yang mencapai nilai rata-rata 7,5 dengan persentase kelulusan sebesar 83,3% pada uji lapangan terhadap siswa kelas X Akhwat SMA IT Al Hidayah Pringsewu Tahun Pelajaran 2015/2016. Selain itu penelitian tentang implementasi STEM juga dilakukan oleh Afriana, dkk. (2016) dengan hasil adanya peningkatan literasi sains siswa kelas laki-laki dan perempuan berturut-turut dengan rata-rata n-gain 0,36 dan 0,31 untuk aspek pengetahuan dan kompetensi, peningkatan aspek sikap sains pada kelas perempuan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas laki-laki. Penelitian lainnya tentang pentingnya implementasi STEM dalam pembelajaran dilakukan oleh Stohlmann, dkk. (2012) yang menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat memotivasi siswa dalam mengimprovisasi pengetahuan dan kemampuannya di bidang sains dan matematika, sehingga pembelajaran STEM sangat penting dalam mendukung keberhasilan siswa di masa mendatang. Sedangkan dalam penelitian ini, peneliti akan mengembangkan buku ajar sub pokok bahasan spin pada mata kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum berbasis STEM dikarenakan masih minimnya pengembangan bahan ajar serta materi spin yang terintegrasi dengan pendekatan STEM.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka peneliti mengadakan penelitian dengan judul “**Pengembangan Buku Ajar Pendahuluan Fisika Kuantum Berbasis STEM pada Sub Pokok Bahasan Spin**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian pengembangan ini adalah:

1. Apakah pengembangan buku ajar pendahuluan fisika kuantum berbasis STEM pada sub pokok bahasan spin telah valid?
2. Apakah pengembangan buku ajar pendahuluan fisika kuantum berbasis STEM pada sub pokok bahasan spin telah praktis?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghasilkan buku ajar pendahuluan fisika kuantum berbasis STEM pada sub pokok bahasan spin yang valid.
2. Untuk menghasilkan buku ajar pendahuluan fisika kuantum berbasis STEM pada sub pokok bahasan spin yang praktis.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian adalah:

1. Bagi peneliti, sebagai suatu pengalaman yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan buku ajar pendahuluan fisika kuantum yang berbasis STEM.
2. Bagi mahasiswa, sebagai sumber ilmu yang mempermudah pemahaman akan pokok bahasan spin di perguruan tinggi.
3. Bagi dosen, sebagai buku ajar yang sesuai sehingga dapat mempermudah terciptanya pembelajaran yang terintegrasi dalam STEM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J.A., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan *Project Based Learning* Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 2(2): 202-212.
- Aisyi, F.K., Elvyanti, S., Gunawan, T., & Mulyana, E. (2013). Pengembangan Bahan Ajar TIK SMP Mengacu pada Pembelajaran Berbasis Proyek. *INVOTEC*. 9(2): 1177-128.
- Akker, J.V.D. (1999). Principles and Methods of Development Research. Dalam *Design Approaches and Tools in Education and Training*. 1-14. Springer Netherlands.
- Akker, J.V.D., Bannan, B., Kelly, A.E., Nieveen, N., & Plomp, T. (2013). *Educational Design Research*. Belanda: SLO.
- Apriani, H., & Murniati, M. (2016). Pengembangan *Handout* Dinamika Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar Berbasis Kontekstual Kelas XI IPA SMA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. 3(2): 1-6.
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arinillah, G. A. (2016). Pengembangan Buku Siswa dengan Pendekatan Terpadu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Kalor. *Skripsi*. FKIP Universitas Lampung.
- Asmuniv, A. (2015). Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA). <http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menutama/listrik-electro/1507-asv9>. Diakses pada 22 Agustus 2017.
- Barlas, Y. (1996). Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics. *System Dynamics Review*. 12(3): 183-210.
- Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition*. Texas: The New Media Consortium.
- Beers, S.Z. (2011). 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. [https://www.mheonline.com/research/assets/products/555d6702c950ecb7/21st\\_century\\_skills.pdf](https://www.mheonline.com/research/assets/products/555d6702c950ecb7/21st_century_skills.pdf). Diakses pada 10 Juni 2017.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., & Koehler, C.M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*. 112(1): 3-11.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*. 70(6): 5-9.

- BSNP. (2014). Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Tahun 2014. <http://bsnp-indonesia.org/id/wp-content/uploads/2014/05/01-Kelompok-Peminatan-MIPA.rar>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education: Sixth Edition*. New York: Routledge.
- Depdiknas. (2008). Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Jakarta: Depdiknas.
- Devan, J. (2016). Cities: Key Concepts and an Analytical Framework. Disajikan dalam *Pertemuan Dewan Forum Ekonomi Dunia membahas Daya Saing*, Juni 2016, Switzerland.
- Downing, J.P. & Milburn, G.J. (2003). Quantum Technology: the Second Quantum Revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Science*. 361(1809): 1655-1674.
- Ellianawati, E., & Wahyuni, S. (2012). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Matematika Berbasis *Self Regulated Learning* Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Belajar Mandiri. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 8: 33-40.
- Firman, H. (2016). Pendidikan STEM sebagai Kerangka Inovasi Pembelajaran Kimia untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa dalam Era Masyarakat Ekonomi ASEAN. Disajikan dalam *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*, 17 September 2016, Universitas Negeri Surabaya.
- French, A.P., & Taylor, E.F. (1979). *An Introduction to Quantum Physics*. New York: CRC Press.
- Froyd, J.E. (2008). White paper on promising practices in undergraduate STEM education. Makalah dalam *Promising Practices in Undergraduate Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Project, The National Academies Board on Science Education*. [online]: [http://sites.nationalacademies.org/dbasse/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse\\_072616.pdf](http://sites.nationalacademies.org/dbasse/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_072616.pdf)
- Griffiths, D.J. 2004. *Introduction to Quantum Mechanics: Second Edition*. USA: Pearson Education International.
- Gustafson, K.L., & Branch, R.M. (1997). *Survey of Instructional Development Models*. New York: ERIC.
- Hamid, M.A., Aribowo, D., & Desmira, D. (2017). Development of Learning Modules of Basic Electronics-Based Problem Solving in Vocational Secondary School. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 7(2): 149-157.
- Hernawan, A.H., Permasih, H., & Dewi, L. (2012). Pengembangan Bahan Ajar. [http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR. KURIKULUM DAN TEK. PENDIDIKAN/197706132001122-LAKSMI DEWI/BAHAN KULIAH PBA/PENGEMBANGAN BAHAN AJAR.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR._KURIKULUM_DAN_TEK._PENDIDIKAN/197706132001122-LAKSMI_DEWI/BAHAN_KULIAH_PBA/PENGEMBANGAN_BAHAN_AJAR.pdf). Diakses pada 11 Juni 2017.

- Ismayani, A. (2016). Pengaruh Penerapan STEM Project-Based Learning terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*. 3(4): 264-272.
- Japa, I.G.N. (2013). Pengembangan Buku Ajar Pendidikan Matematika III Berpendekatan Pendidikan Matematika Realistik dan Perubahan Konseptual. *Laporan Penelitian*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Kaymakci, S. (2012). A Review of Studies on Worksheets in Turkey. *US-China Education Review*. 1: 57-64.
- Komarudin, U., Rustaman, N.Y., & Hasanah, L. (2017). Promoting Student's Conceptual Understanding Using STEM-Based E-Book. *AIP Conference Proceedings*. 1848(1): 060081-6.
- Kumtepe, A.T., & Kumtepe, E.G. (2015). STEM in Early Childhood Education: We Talk the Talk, But Do We Walk the Walk. *IGI Global*. 1:1-24.
- Levitt, M.H. (2008). Spin Dynamics Basic of Nuclear Magnetic Resonance. Inggris: John Wiley & Sons, Ltd.
- Mataric, M. J., Koenig, N. P., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. Disajikan dalam simposium *AAAI spring: Semantic scientific knowledge integration*. <http://www.aaai.org/Papers/Symposia/Spring/2007/SS-07-09/SS07-09-022.pdf>
- Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2017). Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Problem-Based Learning di Kelas X. *Jurnal Elemen*. 3(1): 1-14.
- Nugraha, D.A., & Binadja, A. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Reaksi Redoks Bervisi SETS, Berorientasi Konstruktivis. *Journal of Innovative Science Education*. 2(1): 27-34.
- Pamungkas, A.S. (2016). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Penemuan Terbimbing Berbantuan Software Microsoft Mathematics pada Pokok Bahasan Turunan. Disajikan dalam *Prosiding Temu Ilmiah Nasional Guru (TING) VIII*, 26 November 2016, Universitas Terbuka Convention Center.
- Pertiwi, R.S. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Fluida Statis. *Tesis*. FKIP Universitas Lampung.
- Prawiradilaga, D.S. (2009). Prinsip Desain Pembelajaran Instructional Design Principles. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Pribadi, B.A. (2010). Pendekatan Konstruktivistik dan Pengembangan Bahan Ajar pada Sistem Pendidikan Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*. 11(2): 117-128.
- Purwanto, P. (2016). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Putri, F.S., & Istiyono, E. (2017). The Development of Performance Assessment of STEM-Based Critical Thinking Skill in the High School Physics

- Lesson. *International Journal of Environmental & Science Education*. 12(5): 1269-1281.
- Riandry, M.A., Ismet, I., & Akhsan, H. (2017). Developing Statistical Physics Course Handout on Distribution Function Materials Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Dalam *Journal of Physics: Conference Series*. 895(1): 012047.
- Richey, R.C., & Klein, J.D. (2005). Developmental Research Methods: Creating Knowledge from Instructional Design and Developmental Practice. *Journal of Computing in Higher Education*. 16(2): 23-38.
- Risetdikti. (2016). *Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswa Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
- Sadjati, I.M. (2012). Pengembangan Bahan Ajar. <http://repository.ut.ac.id/4157/1/IDIK4009-M1.pdf>. Diakses pada 11 Juni 2017.
- Salpeter, J. (2008). 21st Century Skills: Will Our Students Be Prepared?. *Technology and Learning-Dayton-*. 24(3): 17-29.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*. 20-26.
- Sari, W. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Materi Deret Fourier pada Matakuliah Fisika Matematika II Berbasis Pendekatan Kontekstual. *Skripsi*. FKIP Unsri.
- Stohlmann, M., Moore, T.J., & Cramer, K. (2013). Preservice Elementary Teachers' Mathematical Content Knowledge from an Integrated STEM Modelling Activity. *Journal of Mathematical Modelling and Application*. 1(8):18-31.
- Stohlmann, M., Moore, T.J., & Roehrig, G.H. (2012). Consideration for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2(1): 29-34.
- Sudjana, N. (2017). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdikarya.
- Sugiyono, S. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suwarma, I.R., Astuti, P., & Endah, E.N. (2015). Balloon Powered Car Sebagai Media Pembelajaran IPA Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Disajikan dalam *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*, 8 dan 9 Juni 2015, Bandung.
- Tegeh, I.M., & Kirna, I.M. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Metode Penelitian Pendidikan dengan ADDIE Model. *Jurnal IKA*. 11(1): 12-26.
- Tessmer, M. (2005). *Planning and Conducting Formative Evaluation: Improving the Quality of Education and Training*. London: Routledge.
- UNESCO. (2008). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers*. Prancis: UNESCO and Microsoft 2011.

- Waluyo, H.S. (2013). Pengaruh Kompetensi Kepribadian dan Sosial terhadap Kompetensi Pedagogik dan Profesional Serta Dampaknya pada Kinerja Guru SMA Tersertifikasi di Kota Makassar. *Akmen Jurnal Ilmiah*. 10(3): 407-423.
- Widoyoko, E.P. (2017). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- World Economic Forum (WEF). (2016). *Competitive Cities and Their Connections to Global Value Chains*. Switzerland: WEF.
- Yonanda, D.A. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Mulok Berwawasan Kearifan Lokal Indramayu untuk Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. Disajikan dalam *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar*, 3 Desember 2016, UPI Bandung.
- Yunianto, I., Yanti, F.R., & Wulaningrum, F. (2014). Evaluasi Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) pada Sistem Respirasi Mencit (*Mus musculus*) Terpapar Asap Anti Nyamuk Bakar Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas XI. *Jurnal Bioedukatika*. 2(2): 23-27.
- Zainuddin, Z. (2007). Analisis Karakteristik Umum Materi Ajar Fisika Serta Strategi Belajar dan Pembelajarannya. *Paradigma Jurnal Pendidikan MIPA*. 1(1): 65-72.
- Zeilinger, A. (1999). Experiment and the Foundations of Quantum Physics. *Reviews of Modern Physics*. 71(2): 288-297.
- Zollman, D.A., Robello, N.S., & Hogg, K. (2002). Quantum Mechanics for Everyone: Hands-on Activities Integrated with Technology. *American Journal of Physics*. 70(3): 252-259.