

Pengembangan Modul Elektronik Pada Materi Persamaan Schrodinger Mata Kuliah Fisika Kuantum Untuk Mengembangkan HOTS Mahasiswa

Eka Fitri Restiarni¹⁾, Tugiyono Aminoto²⁾, Febri Berthalita Pujaningsih³⁾

¹⁾Mahasiswa S1 Pendidikan Fisika PMIPA FKIP Universitas Jambi

²⁾³⁾Dosen Pendidikan Fisika PMIPA FKIP Universitas Jambi

Jambi, Indonesia

Email: ekafitrirestiarni01@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah pengembangan modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum untuk mengembangkan HOTS mahasiswa serta mengetahui persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik yang dikembangkan. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model 4D yang meliputi *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Pada penelitian ini, peneliti hanya melakukan tahapan 4D sampai ke tahap *develop*. Subjek uji coba pada penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2014 Universitas Jambi. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah angket analisis kebutuhan, angket validasi tim ahli dan angket persepsi mahasiswa. Teknis analisis data untuk skor angket analisis kebutuhan, angket validasi tim ahli dan angket persepsi mahasiswa dilakukan dengan statistik deskriptif. Sedangkan analisis data untuk saran validator dilakukan secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian ini adalah modul elektronik yang dikembangkan dan telah melalui proses validasi serta dinyatakan layak untuk diuji cobakan. Spesifikasi modul elektronik ini terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran yaitu persamaan Schrodinger, aplikasi persamaan Schrodinger 1, dan aplikasi persamaan Schrodinger 2. Setiap kegiatan pembelajaran terdapat uraian materi, contoh soal, serta latihan soal yang dibuat mengarah pada kriteria HOTS. Keunggulan dari modul elektronik yaitu terdapat tes formatif dan refleksi diri yang dapat dikerjakan secara mandiri baik *online* atau *offline* pada setiap kegiatan pembelajaran, rumus yang terdapat pada setiap kegiatan pembelajaran dijelaskan secara terperinci dan terdapat video, simulasi serta animasi yang mampu menjelaskan materi yang abstrak. Kelemahan dari modul elektronik ini yaitu terbatasnya contoh soal, karena hanya terdapat dua contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran dan masih terbatasnya simulasi yang hanya terdapat pada materi aplikasi persamaan Schrodinger 2. Hasil dari validasi ahli menyatakan bahwa modul elektronik telah valid dan layak untuk diuji cobakan. Uji coba terhadap data persepsi mahasiswa bertujuan untuk memperoleh penilaian terhadap modul elektronik yang terdiri dari 3 aspek yaitu tampilan modul elektronik, penyajian materi, dan kebermanfaatan modul elektronik. Hasil analisis persepsi mahasiswa pada aspek tampilan modul elektronik yaitu 80,6 (Baik), aspek penyajian materi adalah sebesar 78,67 (Baik) dan aspek kebermanfaatan modul adalah sebesar 80,5 (Baik). Berdasarkan hasil ini, maka modul elektronik layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: Modul elektronik, HOTS (*Higher Order Thinking Skills*), *3D PageFlip Professional*, Persamaan Schrodinger, Fisika Kuantum

Pendahuluan

Fisika Kuantum merupakan salah satu cabang ilmu Fisika yang menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi pada materi yang sangat kecil. Fisika kuantum dijadikan mata kuliah wajib di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jambi. Mata kuliah ini umumnya dikontrak di semester 6 yang disajikan dengan bobot 3 SKS (Sistem Kredit Semester). Mata kuliah Fisika Kuantum sangat berperan penting dalam perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Oleh karena itu, perkuliahan Fisika Kuantum tentu perlu mendapatkan perhatian khusus.

Dikalangan mahasiswa, Fisika Kuantum merupakan ilmu dan pembelajaran yang sangat

sulit, tetapi setiap mahasiswa harus melewati mata kuliah ini karena Fisika Kuantum telah menjadi mata kuliah wajib. Persepsi mahasiswa mengenai sulitnya mempelajari materi Fisika Kuantum disebabkan karena ilmu Fisika Kuantum merupakan ilmu yang memerlukan pemahaman disiplin ilmu lain seperti konsep Matematika dan Fisika Modern. Hal ini sesuai dengan hasil angket observasi awal atau angket kebutuhan yang telah dibagikan kepada mahasiswa Pendidikan Fisika yang telah mengontrak mata kuliah Fisika Kuantum. Dari 39 responden, 89,74% responden mengungkapkan bahwa materi Persamaan Schrodinger adalah materi yang sulit dipahami. Kesulitan tersebut disebabkan oleh banyak hal.

Berdasarkan hasil analisis terhadap lembar observasi awal yang dilakukan terhadap mahasiswa pendidikan Fisika yang telah mengontrak mata kuliah Fisika Kuantum, diperoleh informasi mengenai kesulitan-kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam mempelajari Persamaan Schrodinger, antara lain yaitu: (1) Kurangnya penjabaran rumus, (2) Materi masih terlalu abstrak, (3) Kesulitan dalam memperoleh sumber belajar yang sesuai, serta (4) Bahan ajar yang digunakan sulit dipahami.

Berdasarkan kesulitan yang dihadapi mahasiswa tersebut, diperlukan pengelolaan strategi pembelajaran yang baik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran serta mencapai tujuan pembelajaran yang optimal. Salah satu komponen yang mempengaruhi pembelajaran tersebut antara lain adalah penggunaan media dan sumber belajar. Salah satu media pembelajaran yang dapat mengatasi kesulitan-kesulitan yang dihadapi oleh mahasiswa adalah modul. Modul merupakan salah satu bahan ajar yang disusun secara sistematis yang memuat pengalaman belajar yang terencana serta didesain untuk membantu mahasiswa dalam menguasai tujuan belajar secara khusus dan jelas (Daryanto, 2013). Modul juga dapat dijadikan sebagai panduan oleh mahasiswa. Selain itu, modul bermanfaat untuk membantu mahasiswa dalam melakukan kegiatan pembelajaran atau pemecahan masalah. Modul pembelajaran ini diharapkan juga mampu menumbuhkan keaktifan belajar mahasiswa secara mandiri.

Kesulitan yang dihadapi mahasiswa sebenarnya dapat diatasi dengan adanya pengembangan modul cetak. Namun modul cetak cenderung bersifat informatif dan kurang menarik karena tidak dapat menampilkan suara, video, dan simulasi atau animasi sehingga mahasiswa kurang termotivasi untuk belajar Fisika Kuantum. Dari penjelasan tersebut, modul elektronik dapat menjadi solusi dalam permasalahan ini. Modul elektronik pada dasarnya merupakan bentuk bahan ajar mandiri yang disusun secara sistematis dan disajikan ke dalam format elektronik yang di dalamnya terdapat animasi, audio, serta panduan arah yang membuat pengguna lebih interaktif dengan program yang telah dibuat (Nurmayanti, 2015). Selain itu, modul elektronik dapat digunakan secara *offline* maupun *online* tergantung pada kesiapan instansi pendidikan maupun mahasiswa sebagai pengguna secara langsung. Mahasiswa dapat mempelajari modul dimana saja dan kapan saja asalkan terdapat laptop atau komputer. Mahasiswa juga dapat mengetahui ketuntasan belajar masing-masing dengan mengikuti evaluasi yang telah disediakan

dalam program. Hal tersebut tentu saja hanya bertujuan untuk memperoleh hasil belajar yang optimal. Untuk memperoleh hasil belajar yang optimal diperlukan modul pembelajaran yang mampu meningkatkan kemandirian dan motivasi belajar, yaitu dengan cara memperbanyak peran mahasiswa dalam proses mendapatkan hasil belajar berdasarkan kompetensi keterampilan dalam menyelesaikan masalah. Dalam menyelesaikan masalah tersebut, mahasiswa dituntut untuk berpikir tingkat tinggi sesuai usianya. Menurut Lavonen dan Meisalo dalam Winarti (2015), proses berpikir tingkat tinggi meliputi kemampuan memecahkan masalah, berpikir kritis, dan berpikir kreatif. Oleh sebab itu, perlu adanya pengembangan bahan ajar yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Bahan ajar yang dikembangkan berupa modul elektronik dibuat menarik supaya dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar, maka peneliti memilih *software* yang tepat untuk digunakan. Untuk itu, peneliti memilih *software 3D PageFlip Profesional 1.7.6*. *Software* ini adalah salah satu *software* yang dapat digunakan untuk membuat bahan ajar elektronik seperti *e-modul*.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pentingnya sebuah modul elektronik untuk membantu mengatasi kesulitan mahasiswa dalam mempelajari materi Persamaan Schrodinger. Dari uraian di atas, rumusan penelitian ini adalah mengetahui hasil pengembangan modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum dan mengetahui persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum.

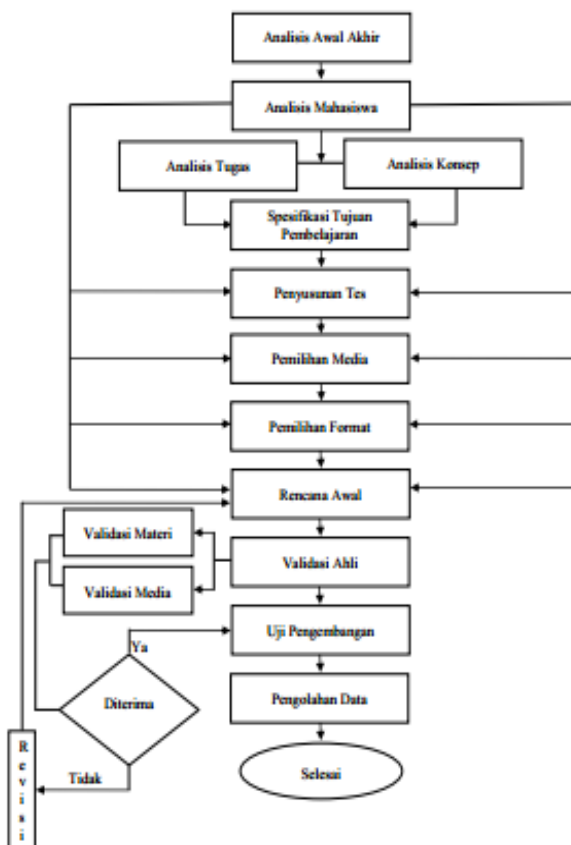
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengembangan modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum dan mengetahui persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum. Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum.

Metode Penelitian

Jenis Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Langkah-langkah dalam pengembangan ini menggunakan model 4D. Model ini merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, dkk (Trianto, 2014). Model ini terdiri dari 4 tahap

pengembangan, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Penelitian ini hanya berlangsung hingga tahap *develop*.



Gambar 1. Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran 4D
(Sumber. Thiagarajan, dkk, 1974)

Prosedur Pengembangan

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian ini meliputi:

- (1). Analisis awal-akhir, berdasarkan hasil observasi awal, diperoleh hasil mengenai masalah mendasar yang dihadapi mahasiswa yaitu kurang minatnya mahasiswa dalam mengikuti mata kuliah Fisika Kuantum. Masalah kurangnya minat mahasiswa tersebut disebabkan karena bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran tidak bersifat interaktif. Adapun beberapa bahan ajar yang digunakan siswa dalam proses pembelajaran antara lain buku, modul, LKS, dan lain sebagainya. Alasan pendukung lain ialah di Universitas Jambi Program Studi Pendidikan Fisika ini diketahui belum adanya penggunaan modul elektronik pada proses pembelajaran Fisika Kuantum.
- (2). Analisis mahasiswa, yang membahas mengenai karakter mahasiswa. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan terhadap 39 responden menyatakan bahwa 97,43% mahasiswa memiliki komputer atau laptop. Dan menurut pengakuan 39 responden

tersebut, bahwa 92,31% mahasiswa menggunakan laptop atau komputer untuk kegiatan belajar serta sisanya untuk keperluan bermain *game*, internetan, dan lain sebagainya.

- (3). Analisis konsep, yang membahas mengenai materi Fisika Kuantum yang cenderung abstrak dan rumit untuk dipahami oleh mahasiswa. Berdasarkan hasil observasi terhadap 39 responden, diketahui bahwa 89,74% mahasiswa menyatakan materi Persamaan Schrodinger merupakan materi yang sulit untuk dipahami.
- (4). Analisis tugas, tugas-tugas yang diberikan kepada mahasiswa berbentuk presentasi sebagai tugas kelompok dan soal-soal essay yang diberikan sebagai tugas individu.
- (5). Perumusan atau spesifikasi tujuan pembelajaran. Pada tahap ini, peneliti merumuskan indikator dan tujuan pembelajaran pada materi Persamaan Schrodinger. Berikut adalah indikator dan tujuan pembelajar pada materi Persamaan Schrodinger:

Tabel 1. Tujuan instruksional

No.	Tujuan Pembelajaran	Indikator
1.	Menjelaskan persamaan Schrodinger bergantung waktu dan persamaan Schrodinger tak bergantung waktu	Menjelaskan persamaan Schrodinger bergantung waktu dan persamaan Schrodinger tak bergantung waktu
2.	Menganalisis penurunan persamaan Schrodinger bergantung waktu dan persamaan Schrodinger tak bergantung waktu	Menurunkan persamaan Schrodinger bergantung waktu dan persamaan Schrodinger tak bergantung waktu
3.	Menganalisis penurunan umum dari persamaan gelombang partikel bebas	Menurunkan persamaan gelombang partikel bebas
4.	Menganalisis penurunan energi tereksitasi ke-n dan persamaan gelombang osilator harmonik	Menurunkan energi tereksitasi ke-n dan persamaan gelombang osilator harmonik
5.	Memahami konsep efek terobosan (<i>tunnel effect</i>)	Menjelaskan konsep efek terobosan
6.	Menganalisis penurunan persamaan efek	Menurunkan persamaan efek terobosan

7.	terobosan Menganalisis penurunan persamaan gelombang partikel dalam sumur potensial tak berhingga	Menurunkan persamaan gelombang partikel dalam sumur potensial tak berhingga
8.	Menganalisis penurunan persamaan gelombang partikel dalam sumur berhingga	Menurunkan persamaan gelombang partikel dalam sumur berhingga

Dari hasil lembar observasi awal, maka diperoleh informasi bahwa terdapat beberapa permasalahan yang sering dihadapi mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan, antara lain yaitu:

- 1) Sulitnya memahami penurunan rumus.
- 2) Penjelasan materi Fisika Kuantum di bahan ajar yang ada terlalu susah untuk dimengerti atau masih terlalu abstrak.
- 3) Mahasiswa kesulitan dalam memperoleh sumber belajar yang sesuai.
- 4) Sulitnya memahami bahan ajar yang digunakan.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang produk yang akan dikembangkan. Pada tahap desain meliputi beberapa tahapan, yaitu:

- (1). Penyusunan tes, penyusunan tes berupa latihan soal yang disusun sesuai kriteria HOTS yang bisa dilihat pada modul elektronik.
- (2). Pemilihan media, pada tahapan ini penulis memilih *software 3D PageFlip Profesional* untuk mengembangkan modul elektronik. Dimana pada *software 3D PageFlip Profesional* ini bisa dimasukkan komponen-komponen pendukung untuk modul elektronik, seperti video, gambar, animasi, dan musik. Penulis juga menggunakan *software iSpring Suite 8* yang berfungsi untuk membuat kuis maupun survei interaktif. *Software VideoPad Video Editor* yang berfungsi untuk mengedit video, seperti memotong video, menambahkan audio ke video, dan lain sebagainya, serta *software Any Video Converter Ultimate* yang berfungsi untuk mengubah (*convert*) video menjadi gambar bergerak atau animasi.
- (3). Pemilihan format, format penyusunan modul elektronik ini berdasarkan Satuan Acara Perkuliahan (SAP) pada mata kuliah Fisika Kuantum materi Persamaan Schrodinger pada

lampiran 1. Satuan acara perkuliahan diperoleh dari dosen pengampu mata kuliah Fisika Kuantum Untuk materi Gejala Kuantum diperoleh dari beberapa buku-buku yang relevan, seperti Vani Sugiyono “Mekanika Kuantum”, Agus Purwanto “Fisika Kuantum” dan beberapa buku lainnya. Disisi lain, media pendukung yang digunakan diperoleh dari beberapa web di internet.

- (4). Perancangan awal. Berikut ini kerangka konseptual dari modul elektornik ini terdiri atas:

1. Bagian awal

Bagian awal terdiri dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar video, daftar simulasi, daftar animasi, sajian isi serta pendahuluan yang berisikan latar belakang, tujuan, standar kompetensi, ruang lingkup, peta konsep, dan petunjuk penggunaan.

2. Bagian isi

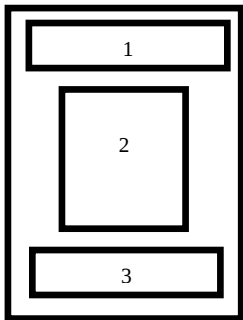
Bagian isi terdiri dari tujuan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, ringkasan, contoh soal, dan soal latihan.

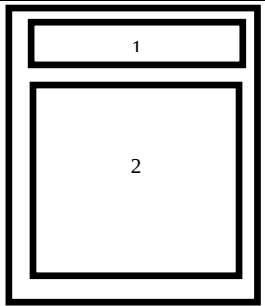
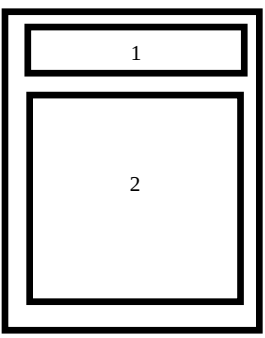
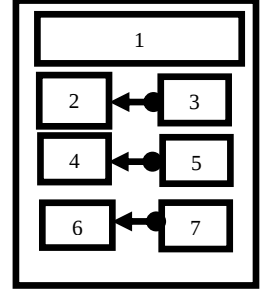
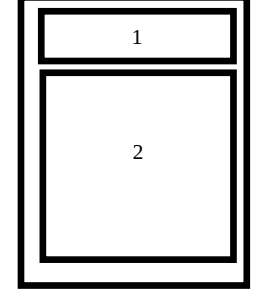
3. Bagian akhir

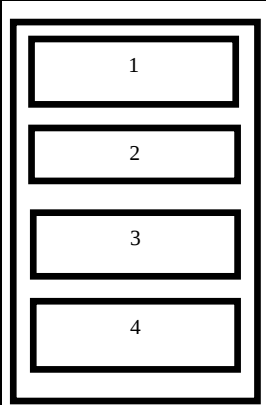
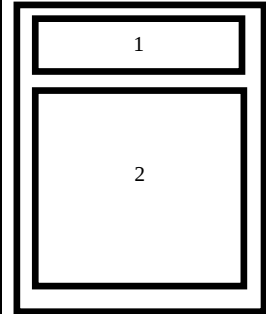
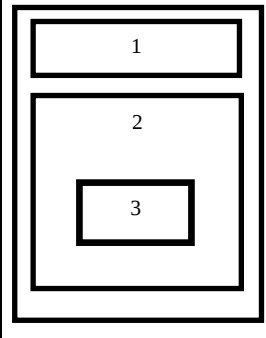
Bagian akhir terdiri dari tes formatif, refleksi diri, glosarium, daftar pustaka, dan kunci jawaban.

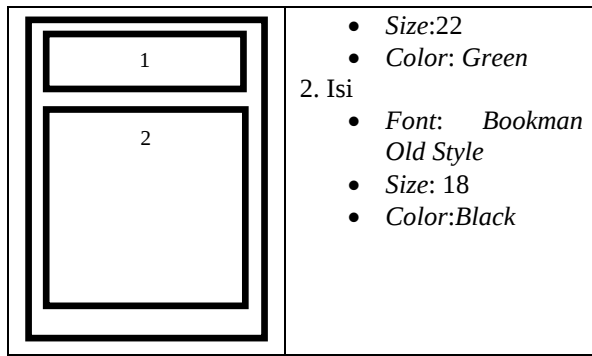
Berikut adalah *story board* dari modul elektronik yang dikembangkan:

Tabel 2. *Story Board*

Visual	Keterangan
	Bagian <i>cover</i> terdiri dari beberapa bagian, yaitu: 1. Judul modul elektronik • Font: Museo Sans & Museo • Size: 14 dan 41 • Color: Black & Blue 2. Gambar pendukung modul • Sumur Potensial 3. Nama penulis/peneliti dan lembaga • Font: Museo Sans • Size: 14 • Color: White
Kata Pengantar	Halaman kata pengantar memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul Kata Pengantar • Font: Bookman Old Style • Size: 24

	• <i>Color: Green</i> 2. Isi Kata Pengantar • <i>Font: Times New Roman</i> • <i>Size: 18</i> • <i>Color: Black</i>
Halaman Daftar Isi, Daftar Gambar, Daftar Video, Daftar Animasi, Daftar Simulasi, dan Daftar Tabel.	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 24</i> • <i>Color: Green</i> 2. Isi • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 14</i> • <i>Color: Black</i>
	
Sajian Isi 	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 24</i> • <i>Color: Green</i> 2.4.6 Keterangan • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 18</i> • <i>Color: Black</i> 3.5.7 Gambar bagian modul elektronik
Pendahuluan (Latar Belakang, Tujuan, Standar Kompetensi, Ruang Lingkup, Peta Konsep, dan Petunjuk Penggunaan) 	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul • <i>Font: Times New Roman</i> • <i>Size: 22</i> • <i>Color: Black</i> 2. Isi • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 18</i> • <i>Color: Black</i>
Kegiatan Belajar	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut:

	1. Judul • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 26</i> • <i>Color: Green</i> 2. Tujuan pembelajaran • <i>Font: Times New Roman (Judul) & Bookman Old Style (Isi)</i> • <i>Size: 22 (Judul) & 18 (Isi)</i> • <i>Color: Black</i> 3. Indikator pencapaian kompetensi • <i>Font: Times New Roman (Judul) & Bookman Old Style (Isi)</i> • <i>Size: 22 (Judul) & 18 (Isi)</i> • <i>Color: Black</i> 4. Uraian materi • <i>Font: Times New Roman (Judul) & Bookman Old Style (Isi)</i> • <i>Size: 22 (Judul) & 18 (Isi)</i> • <i>Color: Black</i>
Ringkasan, Contoh Soal, dan Soal Latihan 	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 22</i> • <i>Color: Black</i> 2. Isi • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 18</i> • <i>Color: Black</i>
Tes Formatif dan Refleksi Diri 	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul • <i>Font: Bookman Old Style</i> • <i>Size: 24</i> • <i>Color: Black</i> 2. Gambar 3. Tombol mulai
Glosarium, Daftar Pustaka, dan Kunci Jawaban	Halaman ini memiliki bagian-bagian berikut: 1. Judul • <i>Font: Times New Roman</i>



3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan modul elektronik meliputi :

- (1). Mengembangkan modul elektronik dengan cara menyusun materi persamaan Schrodinger dan media yang digunakan kedalam bentuk modul elektronik menggunakan *software 3D PageFlip Professional*.
- (2). Melakukan validasi modul elektronik
Modul yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh tim ahli materi dan ahli media. Validasi dilakukan bertujuan untuk menghasilkan modul elektronik yang layak untuk di uji coba, maka modul elektronik ini harus melewati tahapan validasi. Validasi materi dan validasi media ini sangat penting demi perbaikan dan peningkatan kualitas modul elektronik yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar penilaian berupa angket. Tujuan dari penggunaan angket ini adalah untuk mengetahui kelayakan dari modul elektronik berdasarkan penilaian dan saran dari tim ahli materi dan ahli media.
- (3). Subjek uji coba
Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Fisika Angkatan 2014 Universitas Jambi. Jumlah mahasiswa yang terlibat adalah sebanyak 25 mahasiswa.
- (4). Uji coba produk
Dalam penelitian ini produk berupa modul elektronik diujikan pada subjek yang telah ditentukan. Subjek uji coba yang dipilih adalah mahasiswa yang telah selesai mengontrak mata kuliah Fisika Kuantum sehingga dapat memberi penilaian yang objektif dan akurat. Tujuan dari ujicoba ini adalah untuk memperoleh data persepsi mahasiswa mengenai modul elektronik yang telah dikembangkan.

Jenis Data

Jenis data kualitatif diperoleh dari tim ahli serta mahasiswa sebagai responden yang memberikan tanggapan dan saran. Sedangkan jenis data kuantitatif diperoleh dari tim ahli dan mahasiswa sebagai responden mengenai penilaian terhadap produk yang dihasilkan.

Instrumen Pengumpulan data

Adapun instrumen penelitian yang digunakan adalah kuesioner (angket). Menurut Sugiyono (2013), kuesioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara membagikan seperangkat pertanyaan maupun pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Pada penelitian ini, angket yang digunakan dibedakan menjadi dua berdasarkan pengisi/responden, yaitu:

1. Angket untuk ahli materi dan ahli media
2. Angket untuk mahasiswa

Data yang diperoleh dari penyebaran angket persepsi mahasiswa berupa data kuantitatif. Data kuantitatif yang diperoleh inilah yang nantinya akan dianalisis. Namun sebelum angket disebarkan kepada para responden, angket perlu diuji dengan menganalisis validitas dan reliabilitasnya. Adapun angket persepsi mahasiswa yang digunakan merupakan instrumen non tes, sehingga cukup melakukan validitas logis berupa validitas konstruk. Angket ini disusun berdasarkan kisi-kisi serta aspek-aspek yang akan diukur, selanjutnya dilakukan konsultasi angket terhadap ahli atau pada penelitian ini dilakukan pada dosen pembimbing.

Setelah angket dinyatakan valid, maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji reliabilitas. Uji reliabilitas dilakukan dengan cara perhitungan koefisien korelasi dari persamaan *Alpha*. Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dina Marhami Yusra (2016) diperoleh koefisien korelasi sebesar $r_{11} = 0,826177907$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa angket yang digunakan memiliki reliabilitas yang sangat tinggi sehingga bisa dipercaya dan bisa digunakan untuk mengambil data yang diinginkan, yaitu data persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik yang dikembangkan.

Teknik Analisis Data

1. Analisis data kualitatif

Data kualitatif yang berupa saran dari tim ahli materi dan ahli media disajikan secara deskriptif kualitatif. Adapun kegiatan analisis data kualitatif terdiri dari reduksi data, penyajian data, dan verifikasi.

a. Reduksi data

Reduksi data merupakan tahap merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting, mencari tema dan serta menghasilkan pola atau rangkuman. Dengan demikian data yang telah direduksi akan memberikan gambaran yang lebih jelas.

b. Penyajian data

Setelah menghasilkan rangkuman, maka rangkuman tersebut disajikan dalam bentuk teks.

c. Verifikasi (penarikan kesimpulan)

Rangkuman yang dihasilkan sebelumnya hanya bersifat sementara. Oleh karena itu, rangkuman tersebut diolah lagi dan didukung dengan bukti-bukti yang valid, maka didapat kesimpulan akhir.

2. Analisis data kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh angket validasi ahli serta angket persepsi mahasiswa. Adapun instrumen angket persepsi mahasiswa menggunakan skala *Likert* bentuk *checklist*. Analisis data kuantitatif dilakukan secara statistik deskriptif. Skala yang digunakan pada angket persepsi ini yaitu angket dengan skala empat. Adapun langkah-langkah untuk memperoleh hasil kualitatif yaitu sebagai berikut:

a) Mengkuantitatifkan hasil *checking* dengan memberi skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu:

- 4= Sangat baik
- 3 = Baik
- 2 = Cukup
- 1 = Kurang

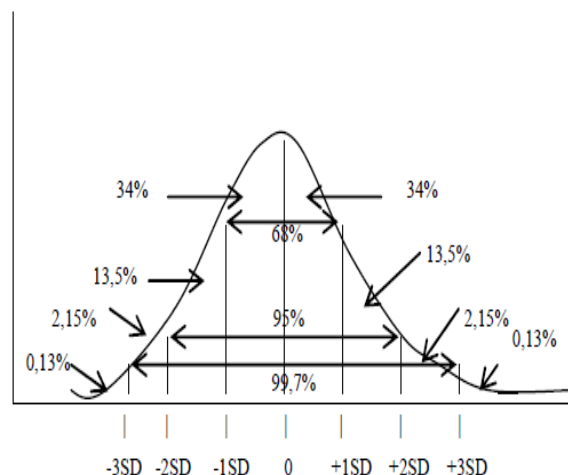
Data persepsi mahasiswa kemudian dianalisis dengan menentukan tabel klasifikasi untuk menentukan kriteria skor yaitu dengan cara: mencari skor tertinggi, skor terendah, jumlah kelas, dan jarak interval. Adapun skala yang digunakan pada angket persepsi ini yaitu angket dengan skala empat. Hasil skor responden dinyatakan dengan:

$$\bar{M} = \frac{\sum X}{N} \quad (3)$$

dengan:

- $\bar{M}$ = Mean
- $\sum X$ = Jumlah skor
- N = Jumlah responden

b) Langkah selanjutnya adalah menentukan kriteria skor untuk skala *Likert* dengan skala empat. Penyusunan kriteria ini berdasarkan kurva normal seperti gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kurva Normal
(Sumber:Juknis Penilaian Afektif, 2010)

Cara menyusun kriteria penilaian dalam skala *Likert* dengan melihat kurva normal standar luasnya 6SD. Oleh karena itu bila memodifikasi model skala likert menjadi 4 kriteria maka luasan masing-masing kategori adalah 1,5 SDi (6/4 SDi). Sehingga kriterianya dapat dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 4. Rumusan Kriteria

No	Rentang Skor	Kriteria
1.	$Mi + 1,5 \text{ SDi} \leq \bar{X} \leq Mi + 3,0 \text{ SDi}$	Sangat Baik
2.	$Mi + 0 \text{ SDi} \leq \bar{X} < Mi + 1,5 \text{ SDi}$	Baik
3.	$Mi - 1,5 \text{ SDi} \leq \bar{X} < Mi + 0 \text{ SDi}$	Cukup
4.	$Mi - 3 \text{ SDi} \leq \bar{X} < Mi - 1,5 \text{ SDi}$	Kurang

Keterangan:

$Mi = \frac{1}{2}$ (skor tertinggi + skor terendah)

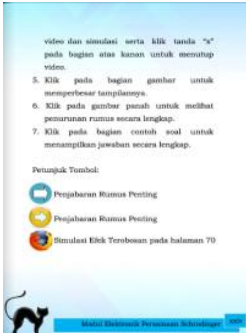
$\text{SDi} = \text{standar deviasi ideal} = \frac{1}{6}$ (skor tertinggi – skor terendah)

Hasil dan Pembahasan

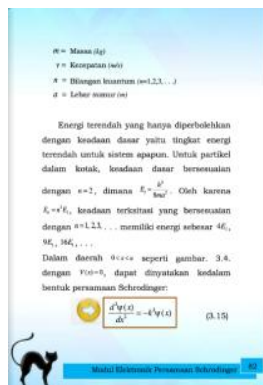
Modul elektronik yang telah dikembangkan selanjutnya divalidasi. Validasi dilakukan untuk mendapat persetujuan dari para validator yang telah ditentukan. Untuk mendapat persetujuan ini, modul elektronik akan mendapat penilaian dan saran perbaikan. Setelah mendapatkan penilaian dan saran dari para validator, maka langkah selanjutnya adalah melakukan revisi atau perbaikan terhadap modul elektronik. Pada penelitian ini dilakukan validasi materi dan media oleh dua validator.

Revisi Produk

a. Sebelum revisi

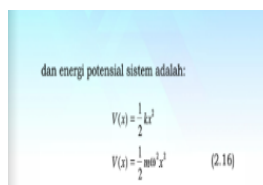
Visual	Saran Perbaikan
	Tambahkan petunjuk penggunaan untuk setiap simbol

Tampilan petunjuk penggunaan



Sebagian penjelasan materi dibuat dalam bentuk audio, supaya tampil lebih menarik

Tampilan modul



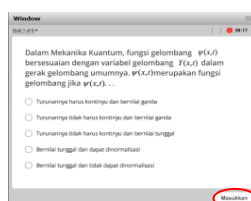
Tambahkan penjabaran rumus

Tampilan rumus

$E = \text{Energi (Joule)}$
 $\hbar = \text{Konstanta Planck tereduksi atau konstanta Dirac } (1,054 \times 10^{-34} \text{ J.s})$
 $k = \text{Konstanta gelombang}$
 $m = \text{Masa (kg)}$

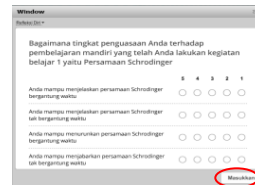
Dalam penulisan satuan dibuat seperti keterangan rumus tidak ditulis cetak miring

Tampilan keterangan rumus



Merubah kata masukan menjadi selanjutnya

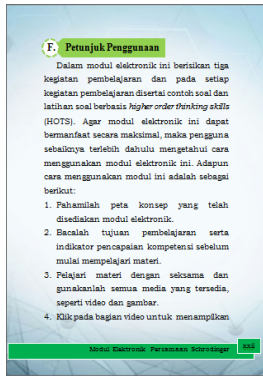
Tampilan tes formatif



Merubah kata masukan menjadi selanjutnya

Tampilan refleksi diri

b. Setelah revisi

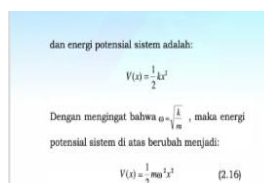
Visual	Keterangan
	Adanya penam-petunjuk penggunaan

Tampilan petunjuk penggunaan



Adanya penambahan audio dalam penjelasan materi

Tampilan modul



Adanya penambahan penjabaran rumus

Tampilan rumus

$E = \text{Energi (Joule)}$

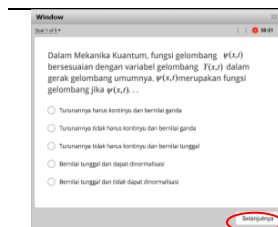
Adanya perubahan penulisan keterangan rumus

$\hbar = \text{Konstanta Planck tereduksi atau konstanta Dirac } (1,054 \times 10^{-34} \text{ J.s})$

$k = \text{Konstanta gelombang}$

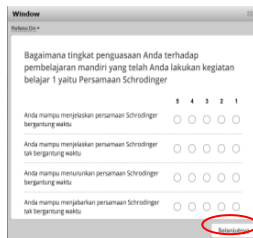
$m = \text{Masa (kg)}$

Tampilan keterangan rumus



Adanya perubahan kata masukan menjadi selanjutnya

Tampilan tes formatif



Adanya perubahan kata masukan menjadi selanjutnya

Tampilan refleksi diri

Proses validasi materi dilakukan sebanyak dua tahap dan validasi media dilakukan sebanyak dua tahap. Dari proses validasi materi dan media, para validator telah menyatakan bahwa modul elektronik yang dikembangkan layak untuk diuji cobakan. Selanjutnya dilakukan uji coba kepada 25 mahasiswa Pendidikan Fisika Angkatan 2014 Universitas Jambi untuk melihat kelayakan modul elektronik. Uji coba dilakukan dengan menyebarkan angket tertutup kepada mahasiswa dan menampilkan modul elektronik. Dari uji coba yang telah dilakukan diperoleh data persepsi mahasiswa mengenai modul elektronik yang dikembangkan. Hasil analisis persepsi mahasiswa pada aspek tampilan modul elektronik yaitu memperoleh skor 80,6 (Baik), aspek penyajian materi yaitu 78,67 (Baik), aspek kebermanfaatan modul yaitu 80,5 (Baik). Hasil ini menunjukkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan mendapatkan apresiasi positif dari mahasiswa.

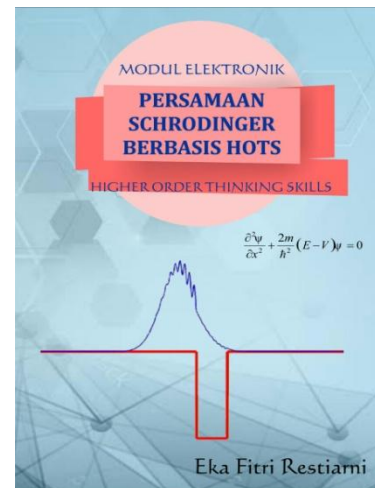
Kajian Produk Akhir

(1) Spesifikasi Produk

Modul elektronik ini disajikan dengan pertanyaan-pertanyaan kritis untuk membangun keterampilan tingkat tinggi mahasiswa. Selain itu, terdapat pertanyaan “Tahukah Anda” yang dapat memberikan pengetahuan kepada mahasiswa dalam hal menganalisis, mengevaluasi, dan mencari solusi jawaban alternatif jawaban, serta dilengkapi dengan contoh soal dan latihan soal yang disusun sesuai kriteria HOTS. Pada modul elektronik ini juga dilengkapi dengan simulasi, animasi, video, dan terdapat rangkuman, tes formatif, serta refleksi diri disetiap kegiatan belajar.

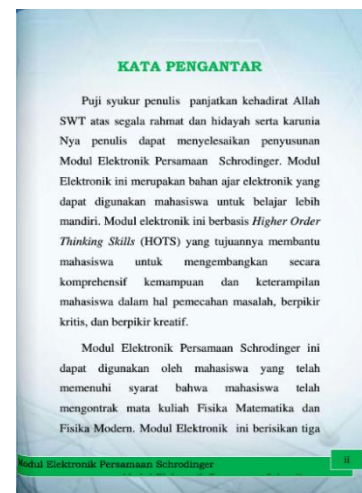
No
1

Halaman Modul dan Keterangan



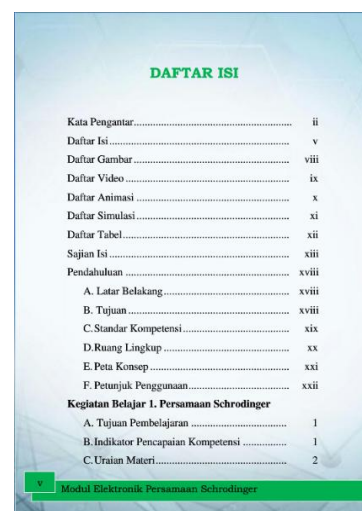
Halaman ini adalah cover dari modul elektronik yang berisi Judul Materi dan bagian identitas pengguna. Layout untuk cover berwarna hijau dan menggunakan gambar yang berkaitan dengan materi yang dipelajari.

2



Halaman ini terdapat kata pengantar dari penulis.

3



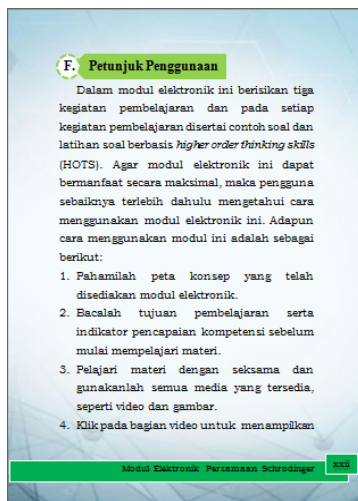
Halaman ini adalah daftar isi dari modul elektronik yang berisi keterangan halaman dari isi modul elektronik.

4



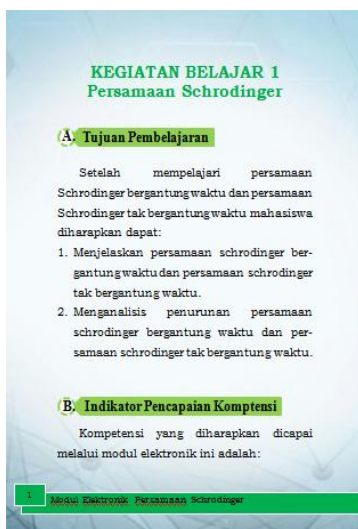
Halaman ini adalah peta konsep yang berisi gambaran umum modul elektronik.

5



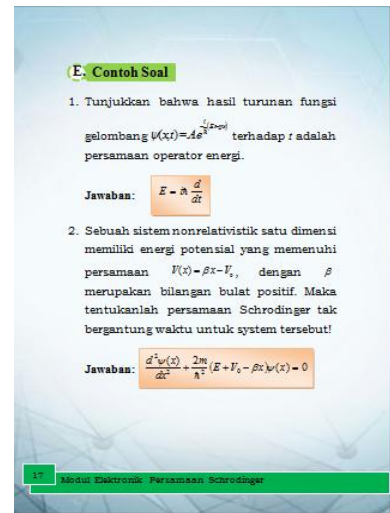
Halaman ini adalah petunjuk penggunaan modul elektronik.

6



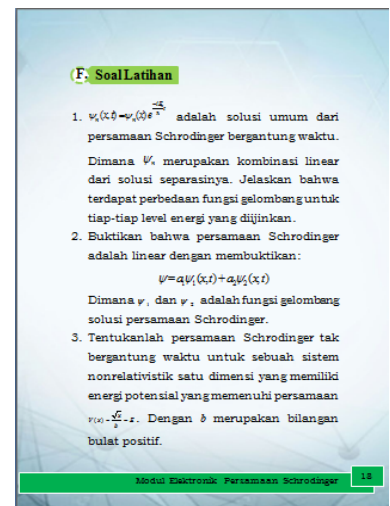
Halaman ini adalah kegiatan belajar 1 yang berisi judul materi, tujuan pembelajaran, indikator, uraian materi, rangkuman, contoh soal, latihan soal, tes formatif, dan refleksi diri.

7



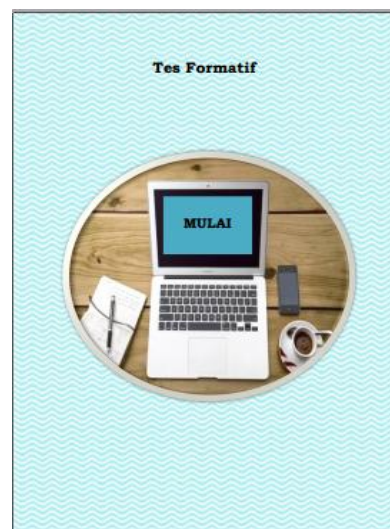
Halaman ini berisi contoh soal yang disertai kunci jawaban dan penjabaran jawaban disembunyikan pada jawaban dan untuk melihatnya harus meng klik jawaban.

8

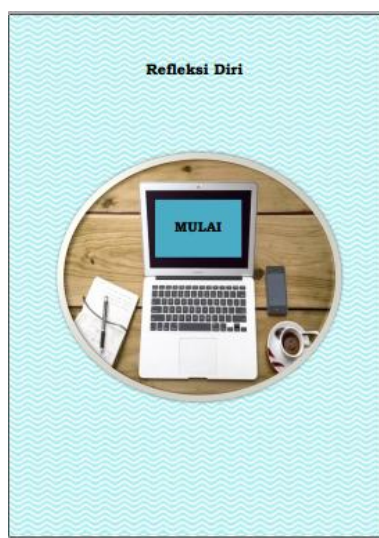


Halaman ini berisi soal latihan

9



Halaman ini tes formatif yang dapat dilakukan secara online ataupun offline, dan guru bisa member batasan waktu pada kuis tersebut.



Halaman ini berisi refleksi diri terhadap materi, yang telah dipelajari.



Halaman ini berisikan glosarium.

(2) Keunggulan Produk

Keunggulan dari modul elektronik yaitu terdapat rumus pada setiap kegiatan pembelajaran yang dijelaskan secara terperinci dan terdapat video, simulasi serta animasi yang mampu menjelaskan materi yang abstrak. Selain itu, disetiap akhir kegiatan pembelajaran terdapat tes formatif dan refleksi diri yang dapat dikerjakan secara mandiri baik *online* atau *offline*.

(3) Kelemahan Produk

Selain kelebihan terdapat juga kelemahan pada modul elektronik. Kelemahan dari modul elektronik ini yaitu masih terbatasnya jumlah contoh soal HOTS dan terbatasnya simulasi yang hanya terdapat pada aplikasi persamaan Schrodinger yaitu materi efek terobosan.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger ini telah melalui proses validasi, baik validasi ahli materi maupun ahli validasi media. Proses validasi ini berlangsung dengan beberapa kali validasi disertai dengan adanya revisi untuk memperbaiki modul sesuai dengan penilaian dan saran yang diperoleh dari validator. Validasi materi berlangsung sebanyak dua kali yang dilakukan untuk memperoleh kelayakan modul dari aspek materi. Dari validasi ini, diperoleh hasil bahwa validasi tahap pertama diperoleh persentase rata-rata sebesar 91,25% dengan kategori “sangat baik”. Namun, masih ada yang perlu diperbaiki sehingga materi harus kembali di validasi. Validasi tahap kedua diperoleh persentase rata-rata sebesar 97,50% dengan kategori “sangat baik” dalam segi materi. Selanjutnya, validator menyatakan bahwa modul ini sudah baik dan layak digunakan untuk uji coba tanpa adanya tambahan revisi.

Validasi media berlangsung sebanyak tiga kali yang dilakukan untuk memperoleh kelayakan modul dari aspek media. Dari validasi ini, diperoleh hasil bahwa validasi tahap pertama diperoleh persentase rata-rata sebesar 43,48% dengan kategori “tidak baik”. Dari hasil validasi ini, validator menyimpulkan bahwa modul elektronik ini tidak baik dan belum dapat digunakan sehingga harus melalui banyak revisi. Validasi tahap kedua diperoleh persentase rata-rata sebesar 70,43% dengan kategori “baik”. Dari hasil ini, terlihat bahwa terdapat peningkatan persentase rata-rata dari validasi media tahap pertama ke validasi media tahap kedua sebesar 26,95%. Meskipun terdapat peningkatan, validator menyimpulkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan sudah baik namun masih perlu dilakukan revisi kembali. Selanjutnya diperoleh persentase rata-rata pada tahap validasi media ketiga sebesar 80%. Dari hasil ini, diperoleh peningkatan persentase rata-rata dari hasil validasi media tahap kedua ke validasi media tahap ketiga sebesar 9,57% dengan kategori “baik” dan validator menyatakan bahwa modul ini sudah baik dan layak digunakan untuk uji coba tanpa adanya tambahan revisi.

Setelah modul elektronik dikatakan layak untuk diuji coba oleh tim ahli baik ahli materi maupun ahli media, maka langkah selanjutnya adalah analisis data persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik. Hasil analisis persepsi mahasiswa pada aspek tampilan modul elektronik yaitu memperoleh skor 80,6, aspek penyajian materi yaitu 78,67 dan aspek kebermanfaatan

modul yaitu 80,5 Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum termasuk kategori baik dan layak digunakan mahasiswa sebagai bahan ajar mandiri.

Saran

Peneliti menyarankan kepada peneliti selanjutnya agar menambah contoh soal HOTS dan menambah simulasi-simulasi pada modul. Peneliti juga menyarankan untuk dapat menguji pengaruh penggunaan modul elektronik pada materi Persamaan Schrodinger mata kuliah Fisika Kuantum ini terhadap hasil belajar mahasiswa.

Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul (Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar)*. Yogyakarta: Gava Media.
- Direktorat Pembinaan SMA. 2010. *Juknis Penyusunan Perangkat Penilaian Afektif Di SMA*. https://www.academia.edu/6530493/30._Ju_knis_Penilaian_Afektif_ISI-Revisi_0104. Diakses pada 20 Mei 2017
- Nurmayanti, Fitri. Dkk. 2015. Pengembangan Modul Elektronik Fisika dengan Strategi PDEODE pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas untuk Siswa Kelas XI SMA, dalam Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015, hal.337-340, SNIPS 2015, Bandung.
- Sugiyono, 2013. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Trianto. 2017. *Model Pengembangan Terpadu (Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Widoyoko, Eko Putro. 2015. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Winarti. 2015. *Analysis of Higher Order Thinking Skills Content of Physics Examinations in Madrasah Alyah*, Makalah dipresentasikan pada the International Conference on Mathematics, Science, and Education, Semarang.