

Pengembangan Modul Elektronik Berbasis *3D PageFlip Professional* pada Materi Radioaktivitas dan Reaksi Nuklir Mata Kuliah Fisika Atom dan Inti

Ika Saputri¹⁾, Jufrida²⁾, dan Haerul Pathoni³⁾

¹⁾Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jambi

²⁾³⁾Dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jambi

Email: ikasaputri1201@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produk akhir modul elektronik berbasis *3DPageFlip Professional* pada materi radioaktivitas dan reaksi nuklir mata kuliah Fisika Atom dan Inti serta mengetahui persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik yang telah dikembangkan. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan *4D*. Tahapan pada model pengembangan *4D* adalah *define, design, development, dan desiminate*. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa yang telah mengontrak mata kuliah Fisika Atom dan Inti angkatan 2013. Instrumen penelitian yang digunakan adalah observasi, telaah dokumen, angket kebutuhan mahasiswa, angket validasi ahli media, angket validasi ahli materi dan angket persepsi mahasiswa. Teknik analisis data yang berupa saran dari validator ahli media dan ahli materi dilakukan secara deskriptif kualitatif, sedangkan skor angket validasi ahli media, ahli materi, dan persepsi mahasiswa dilakukan secara statistik deskriptif. Produk yang dihasilkan memiliki spesifikasi antara lain format akhir program adalah *.exe*, program dilengkapi dengan warna, gambar, animasi, dan video, tampilan modul disajikan dalam bentuk 3D, menggunakan jenis huruf *Times New Romans*, modul terdiri dari bagian pendahuluan, pembelajaran, dan penutup, cakupan materi yaitu radioaktivitas dan reaksi nuklir, dan tingkat pengguna media yaitu perguruan tinggi. Keunggulan yang terdapat pada modul elektronik antara lain bahasa yang digunakan mudah dimengerti, video yang ditampilkan berbentuk 3D, terdapat lembar jawaban tersendiri untuk menjawab soal latihan dan kesimpulan, dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh, mahasiswa dapat melihat skor yang diperoleh dari tes akhir serta dapat langsung digunakan tanpa harus memiliki aplikasinya. Kelemahan yang terdapat pada modul elektronik antara lain belum terdapat animasi dan video pada kegiatan belajar kedua, hanya bisa digunakan pada *windows 8 dan 10*, tidak terdapat simulasi, belum bisa diakses melalui *smartphone*, serta belum berbasis model/pendekatan pembelajaran. Hasil validasi ahli media dan ahli materi terhadap modul elektronik yaitu 75 dan 52 termasuk dalam kategori amat baik. Hasil persepsi mahasiswa pada uji coba adalah 68,2 yang dikategorikan amat baik. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa modul elektronik fisika inti berbasis *3D PageFlip Professional* layak digunakan sebagai salah satu bahan pembelajaran dan dapat diujicoba untuk mengetahui efektifitasnya.

Kata Kunci: Modul Elektronik, *3D PageFlip Professional*, Radioaktivitas dan Reaksi Nuklir

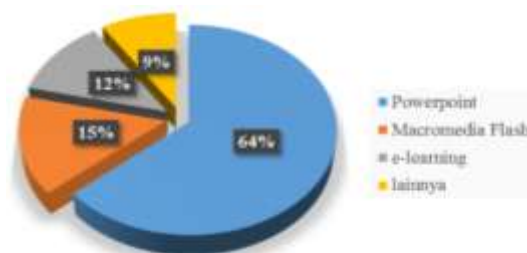
Pendahuluan

Kriteria capaian untuk program studi Pendidikan Fisika yaitu setiap lulusan S1 Pendidikan Fisika harus memiliki sikap dan tata nilai yang baik, penguasaan pengetahuan, kemampuan bidang kerja, dan kemampuan manajerial. Maka mahasiswa harus mengambil mata kuliah wajib di prodi Pendidikan Fisika. Salah satu mata kuliah wajib pada prodi Pendidikan Fisika adalah Fisika Atom dan Inti.

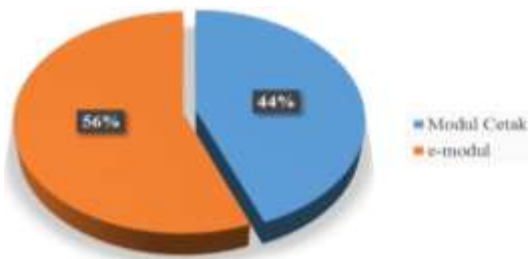
Capaian pembelajaran yang diharapkan dari mata kuliah Fisika Atom dan Inti adalah agar mahasiswa mampu membahas sejarah perkembangan teori atom, konsep model atom hydrogen, teori kuantum, konsep-konsep dasar fisika inti, struktur inti, radioaktivitas dan reaksi nuklir. Berdasarkan observasi awal dari data angket di kelas fisika mandiri 2013, didapatkan informasi sebagai berikut:



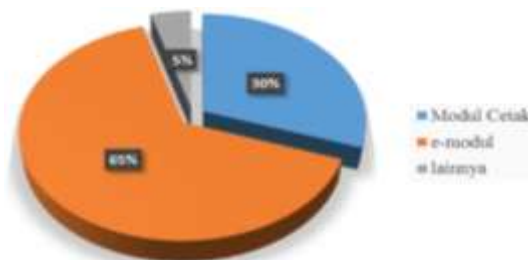
Gambar 1. Diagram pokok bahasan yang lebih sulit antara fisika atom dan fisika inti



Gambar 2. Diagram media pembelajaran berbasis ICT yang dimiliki mahasiswa



Gambar 3. Diagram kemenarikan mahasiswa terhadap modul cetak dan e-modul



Gambar 4. Diagram sumber belajar yang dibutuhkan mahasiswa

Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran Fisika Atom dan Inti salah satunya yaitu buku paket. Namun buku paket tersebut memiliki beberapa kekurangan, yaitu strategi pengorganisasian dan penyampaian isi di dalam bahan ajar tersebut tidak terstruktur dengan baik dan kemasannya kurang menarik. Materi yang disajikan di dalam bahan ajar cetak tersebut banyak yang bersifat abstrak dan rumit, sehingga enggan untuk membaca dan mempelajarinya (Kuswandari, 2013). Buku paket yang digunakan dalam pembelajaran Fisika Atom dan Inti isi/materinya sulit dipahami, bahasa yang digunakan sulit dimengerti karena menggunakan buku terjemahan, tampilannya kurang menarik, dan gambar tidak banyak yang menggambarkan materi.

Hasil observasi di atas juga diperkuat oleh observasi terhadap modul cetak fisika inti terbitan UT (Universitas Terbuka) yang merupakan salah satu bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran Fisika Atom dan Inti. Modul fisika inti yang digunakan menggunakan bahasa yang sulit dipahami, isi modul tidak berwarna, serta gambar yang terdapat dalam modul tidak menarik.

Berdasarkan hasil observasi di atas, maka perlu dilakukan inovasi pembelajaran dengan mengembangkan bahan ajar yang lebih mudah untuk dipahami mahasiswa dan memiliki tampilan yang menarik. Hal ini diharapkan agar dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diajarkan serta mahasiswa dapat belajar secara mandiri.

Bahan ajar yang dapat digunakan salah satunya bahan ajar non cetak yang menggunakan media elektronik yaitu modul elektronik atau *e-modul*. Modul elektronik fisika adalah suatu paket

pembelajaran yang memuat satu unit konsep dari bahan pelajaran fisika yang ditampilkan dengan menggunakan piranti elektronik berupa komputer (Salsabila, 2013)

Modul elektronik ini menggunakan aplikasi *3D PageFlip Professional* dalam pembuatannya. *3D PageFlip Professional* adalah suatu *software* yang dapat dimanfaatkan untuk membuat bahan ajar berbentuk ebook digital dengan efek *3D*. *Software* ini mampu mengubah bahan ajar berbentuk *PDF* menjadi *ebook 3D flash* yang menakjubkan dengan berbagai format seperti *Exe*, *Zip*, *Html*, *3DP*, *screen Saver* dan lain-lain (Amalia, 2015).

Pengembangan modul elektronik pernah dilakukan oleh Satriawati (2015). Adapun judul dari penelitiannya adalah “Pengembangan E-Modul Interaktif sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Kelas X SMKN 3 Yogyakarta”. Pada saran penelitian tersebut diharapkan pada penelitian selanjutnya peneliti dapat mengembangkan isi modul yang diujicobakan tidak hanya satu kegiatan pembelajaran untuk mewakili proses pembelajaran serta dapat membuat modul elektronik pada materi pembelajaran fisika yang lain.

Penggunaan modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* pernah dilakukan oleh Nurmayanti (2015). Adapun judul dari penelitiannya adalah “Pengembangan Modul Elektronik Fisika dengan Strategi PDEODE pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas untuk Siswa Kelas XI SMA.” Hasil dari penelitian tersebut yaitu hasil uji validasi modul elektronik oleh ahli materi dan ahli media termasuk dalam kategori amat baik. Namun, ada beberapa bagian yang memerlukan perbaikan seperti pada tampilan.

Pengembangan modul elektronik telah banyak dilakukan di dalam dunia pendidikan seperti Suwasono (2013) dengan berjudul “Pengembangan *e-modul* online Elektronika Analog pada Pendidikan Jarak Jauh”. Hasil dari penelitian tersebut yaitu hasil uji validasi modul elektronik oleh ahli materi dan ahli media termasuk dalam kategori amat baik. Bagi peneliti berikutnya disarankan untuk dapat menambah dan melengkapi materi yang akan disajikan agar lebih aplikatif, interaktif, dan bermanfaat.

Dari hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam proses kegiatan pembelajaran. Tetapi masih ada yang perlu diperbaiki seperti tampilan agar lebih menarik serta dapat membuat modul elektronik dengan materi lain dengan lebih aplikatif, interaktif, dan bermanfaat.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* pada materi radioaktivitas dan reaksi nuklir mata kuliah Fisika Atom dan Inti dan untuk mengetahui persepsi mahasiswa mengenai modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* pada materi radioaktivitas dan reaksi nuklir mata kuliah Fisika Atom dan Inti. Adapun manfaat dari pengembangan yaitu dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep radioaktivitas dan reaksi nuklir, sebagai media pembelajaran mandiri bagi mahasiswa serta menambah referensi mahasiswa dalam memahami konsep radioaktivitas dan reaksi nuklir.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yaitu singkatan dari *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *dessiminate* (penyebarluasan). Model 4D digunakan karena model 4D bertujuan untuk membuat bahan ajar (Thiagarajan, 1974). Prosedur pengembangan bahan ajar berupa modul elektronik pembelajaran Fisika Atom dan Inti ini hanya dibatasi pada tahap *develop* (pengembangan).

1. *Define* (pendefinisian)

Tujuan tahap *define* (pendefinisian) adalah menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan instruksional.

a. *Front-end analysis* (analisis ujung depan)

Tahap ini bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran, sehingga diperlukan suatu bahan ajar. Pada tahap ini analisis kebutuhan bahan ajar dilakukan dengan menyebarkan angket analisis kebutuhan mahasiswa.

b. *Learner analysis* (analisis mahasiswa)

Learner analysis (analisis mahasiswa) adalah telaah tentang karakteristik mahasiswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan perangkat pembelajaran.

c. *Task analysis* (analisis tugas)

Task analysis (analisis tugas) adalah mengidentifikasi keterampilan-keterampilan utama yang akan dikaji dan menganalisisnya ke seperangkat hal yang mungkin diperlukan.

d. *Concept analysis* (analisis konsep)

Concept analysis (analisis konsep) adalah mengidentifikasi konsep pokok yang diajarkan, menyusunnya dalam bentuk hirarki, dan merinci konsep-konsep individu ke dalam hal yang kritis dan tidak relevan. Analisis konsep membantu untuk mengidentifikasi seperangkat contoh dan bukan contoh untuk digambarkan dalam proses pengembangan.

e. *Specifying Instructional Objectives* (perumusan tujuan pembelajaran)

Specifying instructional objectives (perumusan tujuan pembelajaran) adalah merangkum hasil dari analisis tugas dan analisis konsep untuk menentukan perilaku objek penelitian.

2. *Design* (perancangan)

Tujuan tahap *design* (perancangan) adalah merancang *prototype* (produk awal) perangkat pembelajaran.

a. *Media selection* (pemilihan media)

Media selection (pemilihan media) dilakukan untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang relevan dengan karakteristik siswa. Media dipilih untuk menyesuaikan analisis tugas dan analisis konsep.

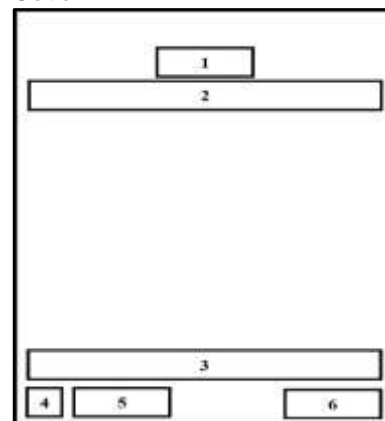
b. *Format selection* (pemilihan format)

Format selection (pemilihan format) dalam pengembangan perangkat pembelajaran dekat hubungannya dengan pemilihan media. Pemilihan format dimaksudkan untuk merancang format dari isi modul elektronik.

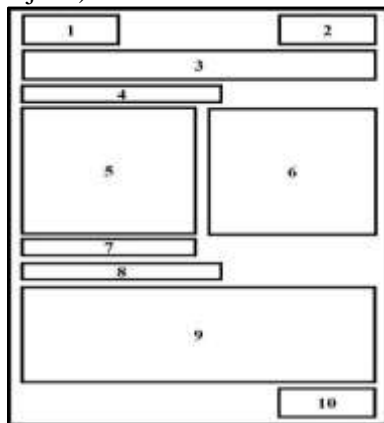
c. *Initial design* (perancangan awal)

Initial design (perancangan awal) adalah rancangan seluruh perangkat pembelajaran yang harus dikerjakan sebelum uji coba dilaksanakan. Berikut *Storyboard* modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional*.

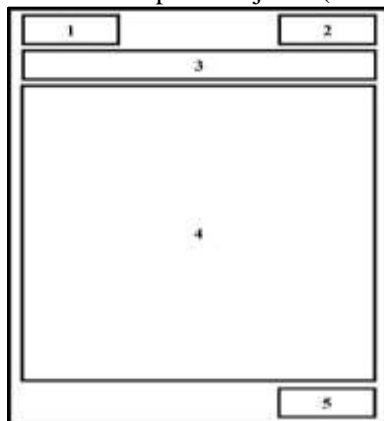
1. Cover



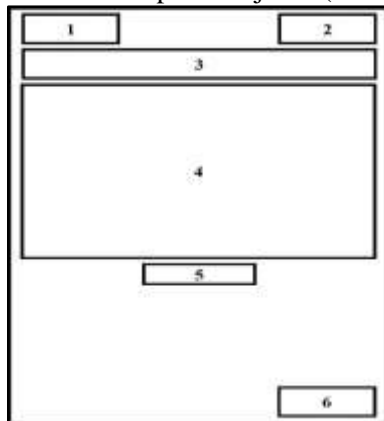
- Desain awal pembelajaran (indikator dan tujuan)



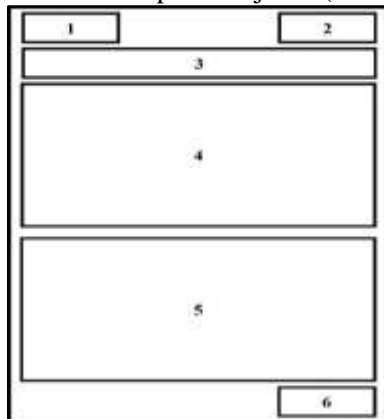
- Desain awal pembelajaran (uraian materi)



- Desain awal pembelajaran (contoh soal)



- Desain awal pembelajaran (kesimpulan)



- Develop* (pengembangan)

Tujuan tahap *develop* (pengembangan) adalah untuk mengembangkan *prototype* perangkat pembelajaran.

- Expert appraisal* (validasi ahli)

Expert appraisal (validasi ahli) adalah sebuah tehnik untuk memperoleh saran mengenai perbaikan produk. Berdasarkan masukan dari para ahli, produk di revisi untuk membuatnya lebih tepat, efektif, mudah digunakan, dan memiliki kualitas teknik yang tinggi.

- Developmental testing* (uji coba pengembangan)

Developmental testing (uji coba lapangan) dilakukan untuk memperoleh masukan langsung berupa respon, reaksi, dan komentar mahasiswa terhadap perangkat pembelajaran yang telah disusun.

Subjek Uji Coba

Subjek ujicoba penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Reguler 2013 dan 2014 yang telah mengontrak mata kuliah Fisika Atom dan Inti. Jumlah subjek uji coba reliabilitas angket sebanyak 40 orang mahasiswa pendidikan fisika reguler 2014 dan subjek uji coba persepsi mahasiswa sebanyak 30 orang mahasiswa pendidikan fisika reguler 2013.

Instrumen Pengumpulan Data

Adapun instrumen pengumpulan data yang digunakan antara lain.

- Observasi

Metode ini digunakan untuk melihat dan mengamati secara langsung keadaan di lapangan agar memperoleh gambaran yang lebih luas tentang permasalahan yang diteliti (Widoyoko, 2016).

- Dokumentasi

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data yang sudah tersedia dalam catatan dokumen seperti bahan ajar yang digunakan dan RPS Fisika Atom dan Inti (Widoyoko, 2016).

- Angket Kebutuhan Mahasiswa

Pada angket kebutuhan mahasiswa berisikan tentang aspek-aspek yang berhubungan dengan keadaan pembelajaran Fisika Atom dan Inti serta hal-hal yang dibutuhkan dalam pembelajaran Fisika Atom dan Inti.

- Angket Validasi Ahli Media

Pada angket validasi ahli media berisikan tentang aspek-aspek yang berhubungan dengan media yang telah dikembangkan meliputi desain sampul modul, desain isi modul, desain *software*

modul, komponen penyajian, dan kemudahan pengoperasian.

5. Angket Validasi Ahli Materi

Pada angket validasi ahli materi berisikan tentang aspek-aspek yang berhubungan dengan materi modul elektronik meliputi kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, ketepatan materi dan isi, kemuktahiran materi dan komponen kebahasaan.

6. Angket Persepsi Mahasiswa

Pada angket persepsi mahasiswa berisikan tentang aspek-aspek yang berhubungan dengan modul elektronik yang telah dikembangkan meliputi desain sampul modul, desain isi modul, desain *software* modul, komponen penyajian, kemudahan pengoperasian, dan komponen kebahasaan.

Analisis Instrumen Penelitian

1. Analisis validitas

Validitas adalah keadaan yang menggambarkan tingkat instrumen yang bersangkutan mampu mengukur apa yang akan diukur. Untuk menguji validitas instrumen penelitian digunakan korelasi produk moment atau metode Pearson, dengan rumus sebagai berikut (Arikunto, 2013).

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{N \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (1)$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara x dan y

N = jumlah subjek

$\sum xy$ = jumlah perkalian antara skor x dan skor y

$\sum x$ = jumlah total skor x

$\sum y$ = jumlah total skor y

$\sum x^2$ = jumlah dari kuadrat x

$\sum y^2$ = jumlah dari kuadrat y

$(\sum x)^2$ = jumlah nilai x kemudian dikuadratkan

$(\sum y)^2$ = jumlah nilai y kemudian dikuadratkan

2. Analisis reliabilitas

Reliabilitas menunjuk pada satu pengertian bahwa sesuatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut sudah baik. Dalam penelitian ini untuk mengukur reliabilitas ditentukan dengan rumus *Cronbach Alpha* sebagai berikut (Arikunto, 2013).

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2)$$

Dengan:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N} \quad (3)$$

Keterangan:

r_{11} = indeks korelasi (harga reliabilitas)

n = banyaknya butir soal

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians butir.

σ_t^2 = varians total.

N = banyak peserta yang mengisi angket

X = skor yang diberikan

Koefisien reliabilitas tes berkisar antara 0,00 – 1,00 dengan perincian korelasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.8. Kategori Reliabilitas

Kategori Reliabilitas	Keterangan
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$-1,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Sumber: Sugiyono, 2015)

Teknik Analisis Data

1. Analisis data kualitatif

Teknik analisis data dalam penelitian kualitatif yang berupa saran dari validator ahli materi dan ahli media dilakukan secara deskriptif kualitatif.

2. Analisis data kuantitatif

Teknik analisis data dalam penelitian kuantitatif menggunakan statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2016).

Langkah-langkah menganalisis data angket persepsi mahasiswa adalah sebagai berikut:

- Mengkuantitatifkan hasil *checking* dengan memberi skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 1. Interval Skala Likert

Respons	Bobot Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Tidak Baik	2
Sangat Tidak Baik	1

(Sumber: Direktorat Pembinaan SMA, 2010)

- Menentukan skor rata-rata indikator yang diberikan berdasarkan penilaian dari validasi ahli media, validasi ahli materi, dan persepsi mahasiswa.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (4)$$

Keterangan:

- \bar{X} = skor rata-rata validasi
 $\sum X$ = jumlah skor jawaban responden (validator)
 n = jumlah responden (validator)

- c. Mengidentifikasi kecenderungan ubahan setiap sub variabel digunakan rata-rata ideal (X_i) dan standar deviasi ideal (SDi), dapat dihitung dengan acuan norma yaitu:

$$X_{ideal} = \frac{1}{2} (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah})$$

$$SD_{ideal} = \frac{1}{6} (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah})$$

- d. Kemudian setiap sub variabel dikategorikan menjadi empat kategori sebagai berikut :

Tabel 2. Rentang Skor dan Kriteria Kualitatif

Rentang Skor	Kriteria
$X_i + 1,5SD_i \leq \bar{X} \leq X_i + 3,0SD_i$	Amat Baik
$X_i + 0SD_i \leq \bar{X} < X_i + 1,5SD_i$	Baik
$X_i - 1,5SD_i \leq \bar{X} < X_i + 0SD_i$	Cukup Baik
$X_i - 3SD_i \leq \bar{X} < X_i - 1,5SD_i$	Kurang Baik

(Sumber: Direktorat Pembinaan SMA, 2010)

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

1. *Define* (pendefinisian)

- a. *Front-end analysis* (analisis ujung depan)

Analisis ujung depan bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran, sehingga diperlukan suatu bahan ajar. Analisis kebutuhan bahan ajar dilakukan dengan menyebarkan angket analisis kebutuhan mahasiswa. Berdasarkan hasil data angket, didapatkan informasi adanya permasalahan dalam proses belajar mengajar Fisika Atom dan Inti, permasalahan yang dihadapi yaitu sulitnya mahasiswa memahami pokok bahasan pada mata kuliah Fisika Atom dan Inti dikarenakan sumber bahan ajar dan media pembelajaran. Bahan ajar untuk mata kuliah Fisika Atom dan Inti jumlahnya masih sangat terbatas dan bahan ajar yang digunakan merupakan buku terjemahan yang tata bahasanya sulit dipahami dan dimengerti mahasiswa. Dalam proses pembelajaran Fisika Atom dan Inti rata-rata mahasiswa menggunakan media *powerpoint* selain buku referensi yang

digunakan. Menurut pendapat mahasiswa yang sudah mengontrak mata kuliah Fisika Atom dan Inti, rata-rata mahasiswa menjawab tertarik dengan *e-modul* dibandingkan dengan modul cetak. Selain itu mahasiswa masih membutuhkan sumber belajar lain guna menunjang pembelajaran di rumah.

- b. *Learner analysis* (analisis mahasiswa)

Analisis mahasiswa adalah telaah tentang karakteristik mahasiswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan perangkat pembelajaran. Karakteristik itu meliputi kompetensi dan latar belakang pengalaman, sikap yang berkaitan dengan topik pembelajaran, media, format, dan bahasa yang dipilih. Sehingga dalam pembuatan bahan ajar menyesuaikan dengan kebutuhan mahasiswa.

- c. *Task analysis* (analisis tugas)

Analisis tugas adalah mengidentifikasi keterampilan-keterampilan utama yang akan dikaji dan menganalisisnya ke seperangkat hal yang mungkin diperlukan. Pada tahapan analisis tugas ini mengidentifikasi materi utama, standar kompetensi dan kompetensi dasar dari mata kuliah Fisika Atom dan Inti. Materi pada pengembangan modul ini adalah materi radioaktivitas dan reaksi nuklir.

- d. *Concept analysis* (analisis konsep)

Analisis konsep adalah mengidentifikasi konsep pokok yang diajarkan, menyusunnya dalam bentuk hirarki, dan merinci konsep-konsep individu ke dalam hal yang kritis dan tidak relevan. Tahapan ini mengidentifikasi materi pokok dan menyusunnya ke dalam sub materi pokok. Sub materi pokok untuk materi Radioaktivitas antara lain Peluruhan Radioaktif, Penentuan Umur Radiometrik, Deret Radioaktif, Peluruhan Alfa, Peluruhan Beta, dan Peluruhan Gamma. Sub materi pokok untuk materi Reaksi Nuklir antara lain Reaksi Inti, Reaksi Fisi, dan Reaksi Fusi. Setelah mengidentifikasi materi pokok dan menyusunnya ke dalam sub materi pokok, selanjutnya dibuat peta konsep untuk masing-masing sub materi pokok.

- e. *Specifying Instructional Objectives* (perumusan tujuan pembelajaran)

Perumusan tujuan pembelajaran adalah merangkum hasil dari analisis tugas dan analisis konsep untuk menentukan perilaku objek penelitian. Setelah dibagi menjadi sub bab maka pada masing-masing sub bab dirumuskan tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran pada modul antara lain sebagai berikut.

Tabel 3. Tujuan Pembelajaran

Sub Materi Pokok	Tujuan Pembelajaran
1. Peluruhan radioaktif	<ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa dapat menjelaskan dan mendeskripsikan peluruhan radioaktif. Mahasiswa dapat menghitung aktivitas radioaktif, umur paruh dan umur rata-rata.
2. Penentuan umur radiometrik	<ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa dapat menentukan umur radiometrik. Mahasiswa dapat menyelesaikan soal-soal yang berhubungan dengan penentuan umur radiometrik.
3. Deret radioaktif	<ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa dapat menjelaskan 4 deret pada peluruhan radioaktif. Mahasiswa dapat menghitung peluruhan alfa dan peluruhan beta yang terjadi pada 4 deret radioaktif.
4. Peluruhan alfa	<ol style="list-style-type: none"> Menjelaskan proses peluruhan alfa. Menghitung energi kinetik pada peluruhan alfa
5. Peluruhan beta	<ol style="list-style-type: none"> Menjelaskan proses peluruhan beta. Menghitung energi kinetik pada peluruhan beta.
6. Peluruhan gamma	<ol style="list-style-type: none"> Menjelaskan proses peluruhan gamma Menghitung energi kinetik pada peluruhan gamma.
7. Reaksi inti	<ol style="list-style-type: none"> Memahami proses terjadinya suatu reaksi inti Menghitung nilai energi kinetik pada sistem laboratorium dan pusat massa. Menghitung nilai energi kinetik ambang.
8. Reaksi fisi	<ol style="list-style-type: none"> Memahami proses terjadinya reaksi fisi. Memberi contoh persamaan yang

Sub Materi Pokok	Tujuan Pembelajaran
	menggambarkan proses terjadinya reaksi fisi.
	3. Menghitung energi yang dihasilkan dari reaksi fisi
9. Reaksi fusi	<ol style="list-style-type: none"> Memahami proses terjadinya reaksi fusi. Memberi contoh persamaan yang menggambarkan proses terjadinya reaksi fusi. Menghitung energi yang dihasilkan

2. *Design* (perancangan)

a. *Media selection* (pemilihan media)

Pemilihan media dilakukan untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang relevan dengan karakteristik siswa. Media dipilih untuk menyesuaikan analisis tugas dan analisis konsep. Pada tahap ini memilih media yang cocok yaitu modul elektronik menggunakan *3D PageFlip Professional*.

b. *Format selection* (pemilihan format)

Pemilihan format dimaksudkan untuk merancang format dari isi modul elektronik. Setelah merancang format dari isi modul elektronik yang akan dibuat, maka format akhir modul elektronik adalah *.exe*. Format ini dapat digunakan pada semua perangkat komputer. Jika *windows* yang digunakan, maka *windows* 8 dan 10 dapat menggunakan aplikasi ini. Tetapi jika perangkat komputernya menggunakan *windows* 7 maka harus ada aplikasi tambahan yaitu *Adobe Flash Player*.

c. *Initial design* (perancangan awal)

Perancangan awal adalah rancangan seluruh perangkat pembelajaran yang harus dikerjakan sebelum uji coba dilaksanakan. Sebelum di validasi dengan validasi ahli media dan validasi ahli materi, maka harus dibuat desain awal produk. Berikut desain awal modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional*.

1. Cover



2. Desain awal pembelajaran (indikator dan tujuan)



3. Desain awal pembelajaran (uraian materi)



4. Desain awal pembelajaran (contoh soal)



5. Desain awal pembelajaran (kesimpulan)



3. *Develop* (pengembangan)

- a. *Expert appraisal* (validasi ahli)

Validasi ahli adalah sebuah tehnik untuk memperoleh saran mengenai perbaikan produk. Validasi ahli pada produk ini dilakukan oleh validasi ahli media dan validasi ahli materi. Setelah modul elektronik telah selesai dikembangkan, maka modul elektronik siap untuk diperlihatkan kepada validator. Adapun yang menjadi validator ahli materi dan media yaitu 3 orang dosen Pendidikan Fisika Universitas Jambi. Ketiga validator ini menilai apakah modul elektronik yang telah dibuat sudah layak untuk diuji cobakan atau masih harus mengalami tahap revisi. Proses validasi ini dilakukan sebanyak dua kali. Validator menilai kelayakan modul elektronik ini dengan memberikan saran dan komentar pada angket penilaian ahli materi dan media yang telah disediakan.

1. Validasi ahli media

Pada validasi media tahap I, berdasarkan angket yang diberikan, validator menyarankan.

- Menyesuaikan *layout* dengan judul/materi.
- Mengganti ukuran tulisan modul, pendidikan fisika, dan nama.
- Menggunakan *layout* yang konsisten pada setiap kegiatan pembelajaran.
- Menggunakan gradasi warna untuk *layout* kegiatan pembelajaran.
- Mengganti ukuran judul isi dan jangan menggunakan warna merah.
- Memperjelas tampilan grafik.
- Menyesuaikan gambar, grafik, video dan animasi sesuai materi.
- Memperjelas tampilan dan suara video.
- Jangan menggunakan tombol yang ketika ditampilkan di infokus jadi besar.
- Mengganti petunjuk penggunaan modul dengan gambar yang lebih jelas.

Hasil validasi ahli media tahap I dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Indikator	Skor	Ket.
Desain Sampul Modul	10	Baik
Desain Isi Modul	19	Cukup
Desain <i>Software</i> Modul	10	Baik
Komponen Penyajian	16,3	Amat Baik
Kemudahan pengoperasian	3	Baik
Indikator keseluruhan	58,3	Baik

Setelah seluruh saran dari validator diperbaiki, maka pada validasi tahap kedua semua validator menyatakan modul elektronik telah layak dan dapat digunakan. Hasil validasi ahli media tahap II dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Validasi ahli media tahap II

Indikator	Skor	Ket.
Desain Sampul Modul	13,7	Amat Baik
Desain Isi Modul	26	Amat Baik
Desain <i>Software</i> Modul	13,3	Amat Baik
Komponen Penyajian	18,3	Amat Baik
Kemudahan pengoperasian	3,3	Amat Baik
Indikator keseluruhan	75	Amat Baik

2. Validasi Ahli Materi

Pada validasi materi tahap I, berdasarkan angket yang diberikan, validator menyarankan.

- Menambahkan buku sumber mata kuliah Fisika Atom dan Inti.
- Menyesuaikan gambar dan grafik sesuai dengan materi.
- Menyesuaikan video dan animasi sesuai dengan materi.
- Menambahkan penerapan radioaktivitas dan reaksi nuklir dalam kehidupan sehari-hari.
- Membuat kata/kalimat yang mudah dipahami.
- Menggunakan bahasa sesuai kaidah bahasa Indonesia.
- Menggunakan istilah yang baku dan konsisten.
- Membuat kalimat/penjelasan sebelum dan sesudah gambar, video dan animasi yang ditampilkan.

Hasil validasi ahli materi tahap I dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Validasi ahli materi tahap I

Indikator	Skor	Ket.
Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	5,5	Baik
Ketepatan materi dan isi	18	Baik
Kemuktahiran Materi	2,5	Baik
Komponen kebahasaan	13,5	Baik
Indikator Keseluruhan	39,5	Baik

Setelah seluruh saran dari validator diperbaiki, maka pada validasi tahap kedua semua validator menyatakan modul elektronik telah layak dan dapat digunakan. Hasil validasi ahli materi tahap II dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Validasi ahli materi tahap II

Indikator	Skor	Ket.
Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	7,5	Amat Baik
Ketepatan materi dan isi	22,5	Amat Baik
Kemuktahiran Materi	3,5	Amat Baik
Komponen kebahasaan	18,5	Amat Baik
Indikator Keseluruhan	52	Amat Baik

- Developmental testing* (uji coba pengembangan)

Tahapan uji coba pertama kali dilakukan dengan uji coba validitas dan reliabilitas kuisioner kepada mahasiswa angkatan 2014 yang sedang mengontrak mata kuliah Fisika Atom dan Inti. Hasil uji reliabilitas kuisioner untuk keseluruhan pernyataan adalah 0,850 dikategorikan reliabilitas sangat tinggi. Sedangkan reliabilitas kuisioner untuk masing-masing pernyataan juga dikategorikan reliabilitas sangat tinggi. Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data.

Hasil uji validitas kuisioner untuk masing-masing pernyataan dengan jumlah pernyataan sebanyak 22 diperoleh 2 pernyataan yang tidak valid. Dan 2 pernyataan ini tidak digunakan untuk menilai persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* yang telah dikembangkan.

Uji coba selanjutnya dilakukan untuk melihat persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik Fisika Atom dan Inti. Uji coba dilakukan dengan mahasiswa angkatan 2013 yang sudah mengontrak mata kuliah Fisika Atom dan Inti. Berdasarkan angket yang telah disebar, hasil persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* dapat dilihat pada table 8 berikut.

Tabel 8. Hasil persepsi mahasiswa

Indikator	Skor	Ket.
Desain Sampul Modul	13,7	Amat Baik
Desain Isi Modul	24,1	Amat Baik

Indikator	Skor	Ket.
Desain <i>Software</i> Modul	10	Amat Baik
Komponen Penyajian	3,5	Amat Baik
Kemudahan pengoperasian	3,4	Amat Baik
Komponen Kebahasaan	13,4	Amat Baik
Indikator keseluruhan	68,2	Amat Baik

Spesifikasi

Modul elektronik yang dihasilkan adalah sebuah media pembelajaran dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Modul elektronik dibuat dengan menggunakan aplikasi *3D PageFlip Professional*.
2. Format program: *.exe*
3. Program dilengkapi dengan warna, gambar, animasi, dan video yang dapat membantu dalam penggunaannya.
4. Tampilan modul elektronik disajikan dalam bentuk 3D.
5. Menggunakan jenis huruf *Times New Roman*.
6. Bagian pendahuluan berisi standar kompetensi, kompetensi dasar, deskripsi modul, prasyarat, dan petunjuk penggunaan modul.
7. Bagian pembelajaran berisi indikator, tujuan pembelajaran, materi, contoh soal, rangkuman, tes formatif, dan tugas.
8. Bagian penutup berisi tes akhir, kunci jawaban dan umpan balik atau tindak lanjut.
9. Kegunaan: sebagai media pembelajaran mata kuliah Fisika Atom dan Inti pada pokok bahasan radioaktivitas dan reaksi nuklir.
10. Tinjauan materi untuk radioaktivitas: peluruhan radioaktif, umur radiometrik, deret radioaktif, peluruhan alfa, peluruhan beta, dan peluruhan gamma.
11. Tinjauan materi untuk reaksi nuklir: reaksi inti, reaksi fisi dan reaksi fusi
12. Tingkat pengguna media: Perguruan tinggi.

Keunggulan

Keunggulan yang terdapat pada modul elektronik yaitu:

1. Bahasa yang digunakan mudah dimengerti.
2. Video yang ditampilkan berbentuk tiga dimensi dan animasi yang ditampilkan langsung ke layar.
3. Terdapat lembar jawaban yang dapat diketik untuk menjawab tes formatif dan menulis kesimpulan, serta jawabannya dapat diprint.
4. Dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh.

5. Mahasiswa dapat melihat skor yang diperoleh dari tes akhir yang dikerjakan secara langsung.
6. Modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* dapat langsung digunakan tanpa harus memiliki aplikasinya.

Kelemahan

Kelemahan yang terdapat pada modul elektronik yaitu:

1. Belum terdapat animasi dan video pada kegiatan belajar kedua
2. Hanya bisa digunakan pada *windows* 8 dan 10, tidak bisa digunakan pada *windows* 7 kecuali instal *Adobe Flash Player*
3. Tidak terdapat simulasi percobaan yang ditampilkan
4. Belum bisa diakses *melalui smartphone*
5. Belum berbasis model/pendekatan pembelajaran.

Kajian Produk Akhir

Adapun kajian produk akhir dari modul elektronik yang telah dikembangkan sebagai berikut:

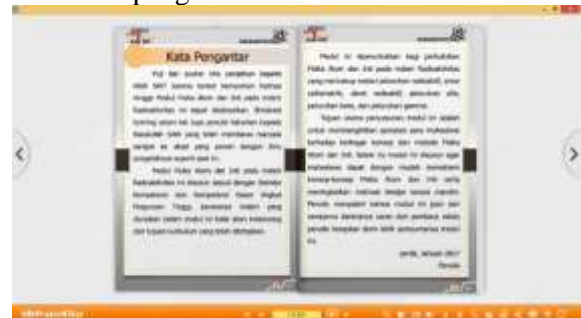
1. Cover modul elektronik



2. Profil penulis



3. Kata pengantar modul elektronik



4. Daftar isi modul elektronik



9. Tampilan materi pembelajaran



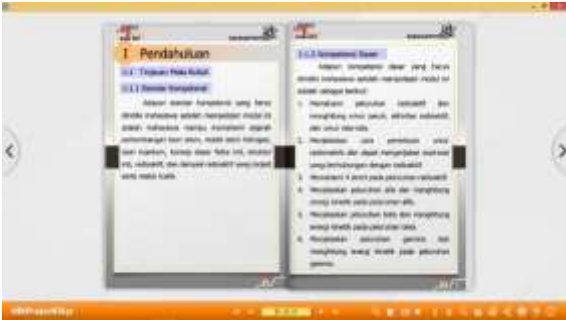
5. Peta kedudukan modul elektronik



10. Rangkuman modul elektronik



6. Pendahuluan modul elektronik



11. Tampilan latihan soal



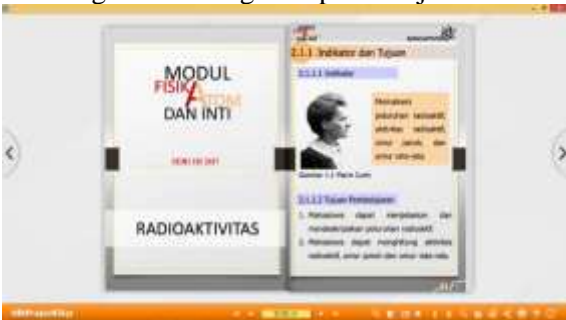
7. Petunjuk penggunaan modul elektronik



12. Tampilan tes formatif akhir



8. Bagian awal kegiatan pembelajaran



Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan uji coba modul elektronik maka dihasilkan modul elektronik berbasis 3D PageFlip Professional pada materi radioaktivitas dan reaksi nuklir mata kuliah Fisika Atom dan Inti yang valid dan layak digunakan. dengan skor ahli materi sebesar 52 dan ahli media sebesar 75 yang termasuk dalam kategori amat baik. Produk yang dihasilkan

memiliki spesifikasi antara lain format akhir program adalah *.exe*, program dilengkapi dengan warna, gambar, animasi, dan video, tampilan modul disajikan dalam bentuk 3D, menggunakan jenis huruf *Times New Romans*, modul terdiri dari bagian pendahuluan, pembelajaran, dan penutup, cakupan materi yaitu radioaktivitas dan reaksi nuklir, dan tingkat pengguna media yaitu perguruan tinggi. Keunggulan yang terdapat pada modul elektronik antara lain bahasa yang digunakan mudah dimengerti, video yang ditampilkan berbentuk 3D, terdapat lembar jawaban tersendiri untuk menjawab soal latihan dan kesimpulan, dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh, mahasiswa dapat melihat skor yang diperoleh dari tes akhir serta dapat langsung digunakan tanpa harus memiliki aplikasinya. Kelemahan yang terdapat pada modul elektronik antara lain belum terdapat animasi dan video pada kegiatan belajar kedua, hanya bisa digunakan pada *windows 8* dan *10*, tidak terdapat simulasi, belum bisa diakses melalui *smartphone*, serta belum berbasis model/pendekatan pembelajaran. Hasil persepsi mahasiswa terhadap modul elektronik yaitu 68,2 dan dikategorikan amat baik.

Saran

1. Untuk peneliti selanjutnya rancangan modul elektronik yang dikembangkan dapat dimodifikasi dengan menambahkan simulasi percobaan pada kegiatan pembelajaran.
2. Produk berupa modul elektronik berbasis *3D PageFlip Professional* pada materi radioaktivitas dan reaksi nuklir ini diharapkan dapat diuji coba di lapangan untuk mengetahui keefektifan produk.
3. Mengaktifkan koneksi internet, sehingga mahasiswa dapat langsung mengakses lebih banyak video, animasi dan gambar yang berkaitan dengan materi radioaktivitas dan reaksi nuklir.

Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Amalia, Rizqi. 2015. *Pengembangan Buku Pintar Elektronik (BPE) Berbasis 3D PageFlip Pada Tema Cita-Citaku Kelas IV DI SD IT Al-Kamilah I Banyumanik*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Direktorat Pembinaan SMA. 2010. *Juknis Penyusunan Perangkat Penilaian Afektif di*

SMA. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional

- Kuswandari, Meta, dkk. 2013. Pengembangan Bahan Ajar Fisika SMA dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Pengukuran Besaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol. I. 2013
- Nurmayanti, Fitri. 2015. Pengembangan Modul Elektronik Fisika dengan Strategi PDEODE pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas untuk Siswa Kelas XI SMA. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015*, p.337
- Salsabila, Rizky Prima Elisa Galuh. 2013. Pengembangan modul elektronik fisika sebagai media instruksional pokok bahasan hukum newton pada pembelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. ISSN 2301-9794
- Satriawati, Helna. 2015. Pengembangan E-Modul Interaktif sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Kelas X SMKN 3 Yogyakarta. *Skripsi*, Universitas Yogyakarta
- Sugiyono, 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2016. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Suwasono. 2013. Pengembangan *e-modul online Elektronika Analog Pada Pendidikan Jarak Jauh*". *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*, 36(1):51-62
- Thiagarajan. 1974. *Instructional Development For Training Teachers of Exceptional Children*. Indiana University: Indiana
- Widoyoko, S. E. P. 2016. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar