

**PEMANFAATAN MS EXCEL 2010 UNTUK PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF TENTANG TRANSFORMASI LORENTZ DALAM POKOK BAHASAN TEORI RELATIVITAS KHUSUS SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI UNTUK MAHASISWA S-1 PENDIDIKAN FISIKA**

**Yana Udin<sup>1</sup>, Raden Oktova<sup>2</sup>, Sari Sri Sukmawati<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> SMA Negeri 1 Mawasangka Tengah  
Jl. Poros Mawasangka-Wamengkoli No. 23, Kel. Lakorua, Mawasangka Tengah  
Buton Tengah, Sulawesi Tenggara  
Email: yandin93@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Ahmad Dahlan  
Kampus III, Jl. Prof. Dr. Soepomo, Yogyakarta 55164

<sup>3</sup>Program Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana Universitas Ahmad Dahlan  
Kampus II, Jl. Pramuka 42 Lt. 3, Yogyakarta 55161

### **INTISARI**

Materi transformasi Lorentz dalam mata kuliah Fisika Modern S-1 Pendidikan Fisika dianggap bersifat abstrak oleh mahasiswa, oleh karena itu diperlukan media interaktif yang praktis untuk belajar secara mandiri materi yang diberikan dosen dalam tatap muka, terutama untuk berlatih soal. Untuk itu dalam penelitian ini dikembangkan media pembelajaran berupa buku elektronik menggunakan MS Excel 2010 pada subpokok bahasan tersebut. Untuk membuat video animasi digunakan Adobe Flash 8.0. Penelitian ini dilakukan dengan model pengembangan ADDIE, yang meliputi langkah-langkah: *analysis* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Untuk mengetahui kelayakan buku elektronik dilakukan validasi melalui angket oleh ahli media (TI), ahli materi, dan pengguna mahasiswa. Tingkat kelayakan buku elektronik yang diberikan oleh ahli media, ahli materi dan pengguna berturut-turut adalah sebesar 89,58%, 79,41%, dan 84,25%. Dapat disimpulkan bahwa buku elektronik yang dikembangkan sangat layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

Kata kunci: buku elektronik, MS Excel 2010, transformasi Lorentz.

**THE UTILIZATION OF MS EXCEL 2010 FOR THE DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE ELECTRONIC BOOK ON THE LORENTZ TRANSFORMATION IN THE THEORY OF SPECIAL RELATIVITY AS A SOURCE FOR INDEPENDENT LEARNING FOR PHYSICS EDUCATION UNDERGRADUATE STUDENTS**

### **ABSTRACT**

The Lorentz transformation in undergraduate Modern Physics at the Physics Education study program is perceived by students as an abstract subject, therefore an interactive, practical medium is needed for independent learning, especially for problems exercise. For that purpose a learning medium in the form of an electronic book has been developed using MS Excel 2010 covering this subject. To produce the animation videos, Adobe Flash 8.0 has been used. The study was based on the ADDIE development model, which includes the following steps: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The feasibility of the electronic book was validated using questionnaires by a media (IT) expert, a subject expert, and ten students as users. The feasibility levels given by the media expert, the subject expert, and the users are, respectively, 89.58%, 79.41%, dan 84.25%. It is concluded that the electronic book developed is highly feasible for independent learning.

**Keywords:** electronic book, MS Excel 2010, Lorentz transformation.

## I. PENDAHULUAN

Mata kuliah Fisika Modern merupakan salah satu mata kuliah wajib pada program studi S-1 Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan. Materi fisika modern meliputi teori relativitas klasik, percobaan Michelson-Morley, postulat relativitas khusus, transformasi Lorentz untuk koordinat, kontraksi panjang, dan dilatasi waktu (Serway, 2014: 1191-1211). Subpokok bahasan transformasi Lorentz dikaji dalam penelitian ini karena dianggap lebih banyak bersifat abstrak dan mahasiswa memerlukan media interaktif yang praktis untuk mempelajari secara mandiri materi tersebut yang diberikan dosen dalam tatap muka, terutama untuk berlatih soal secara mandiri.

Saat ini telah banyak dikembangkan berbagai sistem pembelajaran inovatif dengan memanfaatkan teknologi elektronik atau komputer atau yang secara umum disebut teknologi informasi dan komunikasi, sehingga muncul berbagai istilah untuk merujuk pada pembelajaran semacam itu seperti pembelajaran berbasis media komputer (*computer-mediated learning*), pelatihan berbasis web (*web-based training*), dan yang terbaru, *e-learning* (Charmonman, dkk., 2015). Pembelajaran berbasis media komputer didefinisikan sebagai penggunaan komputer (khususnya komputer pribadi atau PC) untuk pendidikan dan pelatihan (Price, 1991, dalam Anaraki, 2004). Dalam pembelajaran sains, termasuk fisika, juga telah dikembangkan pembelajaran berbasis laboratorium virtual (Liu, dkk., 2015).

Seiring dengan pesatnya perkembangan *e-learning*, maka dibutuhkan pula buku yang dapat dikirim melalui teknologi internet dan dibaca dengan menggunakan komputer atau perangkat lain yang disebut *e-book reader*, dan karena buku tersebut bersifat elektronik, maka sering disebut *e-book* atau buku elektronik (Nugraha, dkk., 2014, Restiyowati, dkk., 2012).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada mahasiswa Pendidikan Fisika, dalam proses perkuliahan media pembelajaran yang sering digunakan untuk menunjang proses pembelajaran berupa media presentasi Microsoft Powerpoint yang kurang menarik dan tidak interaktif, sehingga mahasiswa merasa sulit memahami materi yang telah dijelaskan. Mahasiswa perlu mempelajari kembali materi yang telah dijelaskan di luar perkuliahan agar dapat memahami materi tersebut.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan penggunaan media pembelajaran interaktif berupa buku elektronik berbasis MS Excel 2010. Hal ini mengingat bahwa MS Excel biasanya terinstal di setiap komputer atau *laptop* dengan sistem operasi Windows dan juga mudah dipahami. Mahasiswa pada umumnya mampu menggunakan MS Office dan *spreadsheets* dengan MS Excel. Dengan MS Excel juga dapat diperoleh visualisasi sistem fisis dengan berbagai parameternya; selain itu juga MS Excel dapat digunakan untuk simulasi (Uddin, dkk., 2017). Namun demikian sejauh penulis ketahui, belum ada penelitian terpublikasi tentang pemanfaatan MS Excel untuk mengembangkan media pembelajaran atau buku elektronik fisika interaktif yang berisi materi, soal-soal, animasi, dan tes evaluasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mengembangkan media pembelajaran interaktif buku elektronik teori relativitas khusus berbasis MS Excel 2010 tentang transformasi Lorentz untuk mahasiswa S-1 Pendidikan Fisika. Buku elektronik yang dikembangkan pada penelitian ini diharapkan dapat membantu mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan untuk bahan belajar atau bahan pengayaan yang dapat dipelajari secara mandiri. Dengan demikian buku elektronik dapat menjadi alternatif media pembelajaran berbasis komputer yang berpenampilan menarik dan interaktif, termasuk dapat berlatih soal secara mandiri.

## II. PENELITIAN TERDAHULU

Hingga saat ini, MS Excel banyak dimanfaatkan untuk simulasi sistem fisis dengan berbagai parameternya, misalnya dalam salah satu penelitian mutakhir digunakan untuk mensimulasi gambar-gambar Lissajous dan getaran selaras teredam (Uddin, dkk., 2017). Dalam hal ini digunakan fungsi *spreadsheets* di dalam MS Excel untuk melakukan perhitungan.

Namun demikian tidak banyak dijumpai publikasi tentang pengembangan media pembelajaran fisika berbentuk buku elektronik berbasis multimedia berbasis MS Excel. Salah satu penelitian mutakhir untuk pengembangan media pembelajaran fisika berbentuk buku elektronik dilakukan oleh Nugroho (2015) dengan media pembelajaran berbasis Microsoft Excel 2010 untuk pokok bahasan impuls dan momentum untuk siswa SMA kelas XI.

## III. METODE PENELITIAN

### a. MS Excel 2010

Buku elektronik menggunakan aplikasi Microsoft (MS) Excel 2010 dan memanfaatkan menu *hyperlink* dan *developer* serta menggunakan VBA *macros* yang terdapat didalamnya, dan memanfaatkan perangkat lunak Adobe Flash 8.0 dan Adobe Flash Player yang digunakan untuk membuat dan memutar video animasi. Adapun perangkat keras yang digunakan adalah *laptop* atau komputer dengan spesifikasi standar untuk Microsoft Office, sedangkan perangkat lunak yang diperlukan sebagai pendukung adalah Adobe Flash Player.

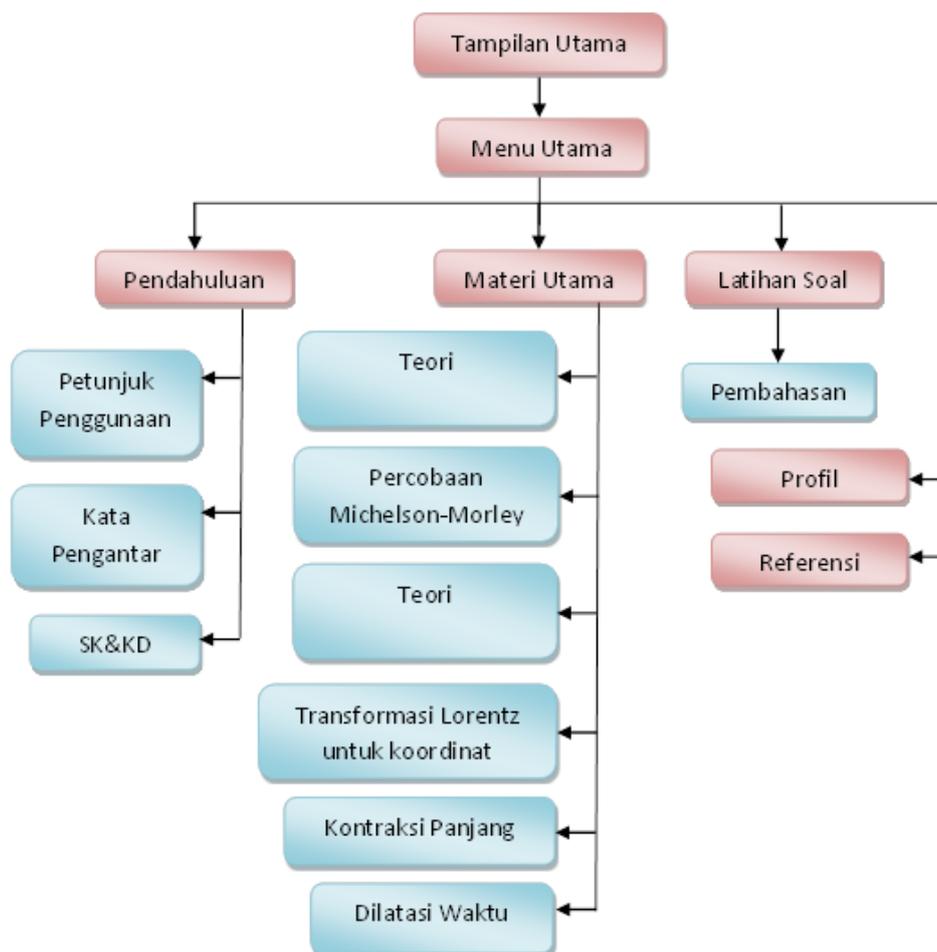
## 2 PEMANFAATAN MS EXCEL 2010 UNTUK PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK

### b. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE, dengan tahap-tahap analisis, perancangan, *development, implementation* dan evaluasi (Aldoobie, 2015, Muruganatham, 2015), sebagai berikut.

Analisis awal dilakukan untuk mengetahui adanya kebutuhan terhadap buku elektronik interaktif melalui wawancara, untuk mengetahui perlu-tidaknya dikembangkan buku elektronik interaktif kegiatan belajar mandiri untuk mahasiswa S-1 Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dalan untuk Fisika Modern pada pokok bahasan Relativitas Khusus dengan subpokok bahasan Transformasi Lorentz. Sebagaimana diuraikan di muka, dalam proses perkuliahan media pembelajaran yang sering digunakan untuk menunjang proses pembelajaran berupa media presentasi Microsoft Powerpoint yang kurang menarik dan tidak interaktif, sehingga mahasiswa merasa sulit memahami materi yang telah dijelaskan. Mahasiswa perlu mempelajari kembali materi yang telah dijelaskan di luar perkuliahan agar dapat memahami materi tersebut. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan penggunaan media pembelajaran interaktif berupa buku elektronik berbasis MS Excel 2010. Selain berisi materi kuliah, dalam buku elektronik yang dikembangkan juga perlu disajikan soal-soal, berupa soal-soal latihan yang dibahas dan soal-soal untuk evaluasi belajar mandiri yang akan menyajikan skor atau nilai hasil belajar.

Sebagaimana disajikan dalam Gambar 1, dalam proses perancangan ditentukan materi yang akan disajikan, yaitu teori relativitas klasik, percobaan Michelson-Morley, postulat relativitas khusus, transformasi Lorentz untuk koordinat, kontraksi panjang, dan dilatasi waktu. Selain itu juga ditentukan teknis pembuatan video animasi, yaitu video animasi percobaan Michelson-Morley, video animasi kontraksi panjang, dan video animasi dilatasi waktu. Setelah mahasiswa memahami semua materi di setiap kegiatan pembelajaran, pada akhir pembelajaran terdapat soal latihan terdiri atas 10 soal pilihan ganda yang mencakup seluruh materi. Soal latihan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap subpokok bahasan Transformasi Lorentz secara keseluruhan. Perancangan tampilan terdiri atas perancangan halaman awal dan menu utama yang terdiri atas tampilan utama, pendahuluan, petunjuk penggunaan, materi, latihan soal, evaluasi, dan referensi.



Gambar 1. Diagram alir desain buku elektronik.

Selanjutnya, dikembangkan buku elektronik sesuai dengan desain yang dibuat, dengan menggunakan aplikasi MS Excel 2010 dan memanfaatkan menu *hyperlink* dan *developer* serta menggunakan VBA *macros* yang terdapat di dalamnya, dan memanfaatkan perangkat lunak Adobe Flash 8.0 dan Adobe Flash Player yang digunakan untuk membuat dan memutar video animasi. Pada tahap ini juga dilakukan penilaian (*review*) dan revisi dengan melibatkan ahli, yaitu satu orang dosen sebagai ahli media atau TI (Teknologi Informasi), dan satu orang dosen yang berpengalaman mengajar Fisika Modern, khususnya pada subpokok bahasan transformasi Lorentz sebagai ahli materi. Untuk ahli media dan ahli materi masing-masing hanya didapatkan satu dosen karena waktu yang tersedia kurang.

Tahap implementasi berupa uji coba pada pengguna, dengan sampel mahasiswa S-1 Pendidikan Fisika semester IV dan VI Universitas Ahmad Dahlan sebanyak 10 orang.

Pada tahap evaluasi, dilakukan analisis dari isian angket untuk mengetahui tingkat kelayakan buku elektronik yang telah dikembangkan.

Instrumen evaluasi yang digunakan dalam pengembangan media pembelajaran ini berupa angket dengan skala Likert (Barua, 2013, Croasmun dan Ostrom, 2011), yaitu meliputi empat tingkat penilaian: Sangat Baik = 4, Baik = 3, Kurang = 2, Sangat Kurang = 1, dan disusun dalam bentuk daftar bentuk pernyataan dan diikuti oleh empat respon dengan tingkatan Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), Sangat Tidak Setuju (STS). Tingkat kelayakan media,  $P$  dihitung dengan persamaan

$$P = \frac{\text{jumlah skor hasil penilaian}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%. \quad (1)$$

Persentase yang diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat yang bersifat kualitatif. Untuk menentukan kriteria yang di kuantitatifkan (sangat layak, layak, kurang layak dan tidak layak) digunakan klasifikasi seperti disajikan pada Tabel I (Sari dan Oktova, 2010). Media dikatakan layak untuk digunakan apabila dari angket diperoleh hasil yang berada pada rentang 76% - 100% atau 51% - 75%, atau pada kriteria "sangat layak" atau "layak".

**Tabel I.** Interval nilai dan klasifikasi tingkat kelayakan media.

No.	Inteval Nilai, $P$	TingkatKelayakan
1.	76 – 100 %	Sangat Layak
2.	51 – 75 %	Layak
3.	26 – 50 %	Kurang Layak
4.	0 – 25 %	Tidak Layak

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hasil Perancangan

Buku elektronik tentang transformasi Lorentz sudah dicobakan pada sistem operasi Microsoft Windows 7, dan Microsoft Windows 10. Untuk dapat menjalankan media ini dapat digunakan perangkat keras komputer atau laptop dengan spesifikasi standar untuk Microsoft Office, sedangkan perangkat lunak yang diperlukan sebagai pendukung adalah Adobe Flash Player. Tampilan-tampilan buku elektronik ini disajikan sebagai berikut.

#### a.1. Tampilan awal

Tampilan awal merupakan tampilan yang pertama kali muncul saat buku elektronik dijalankan. Sebagaimana disajikan pada Gambar 2, dalam tampilan awal terdapat link yang akan mengarahkan pada tampilan selanjutnya.

#### a.2. Tampilan beranda (*home*)

Beranda atau *home* merupakan tampilan kedua yang muncul setelah link ditampilkan awal diklik. Tampilan beranda terdiri atas menu utama. Menu utama yang disajikan dalam buku elektronik ini adalah perkenalan, materi, latihan soal, profil perancang, referensi materi, dan *exit*. Tampilan akan muncul dengan mengklik tombol pada menu utama. Tampilan beranda buku elektronik disajikan pada Gambar 3.

#### a.3. Tampilan submenu perkenalan

Pilihan perkenalan mempunyai submenu yang mengacu ke tiga tampilan. Tampilan pertama adalah petunjuk penggunaan yang berisi cara menggunakan buku elektronik sebagaimana disajikan pada gambar 4. Tampilan kedua

## 2 PEMANFAATAN MS EXCEL 2010 UNTUK PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK

adalah kata pengantar. Tampilan ketiga adalah SK & KD yang berisi standar kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD) dan tujuan pembelajaran sebagaimana disajikan pada Gambar 5.



Gambar 2. Tampilan awal.



Gambar 3. Tampilan beranda.



Gambar 4. Tampilan submenu petunjuk penggunaan.



Gambar 5. Tampilan SK & KD.



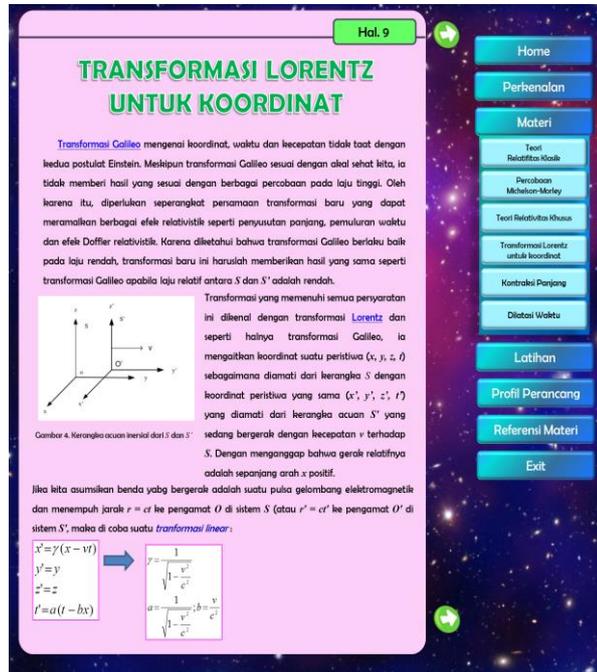
Gambar 6. Tampilan submenu materi, dan sebagian materi teori relativitas klasik.

**a.4. Tampilan submenu materi**

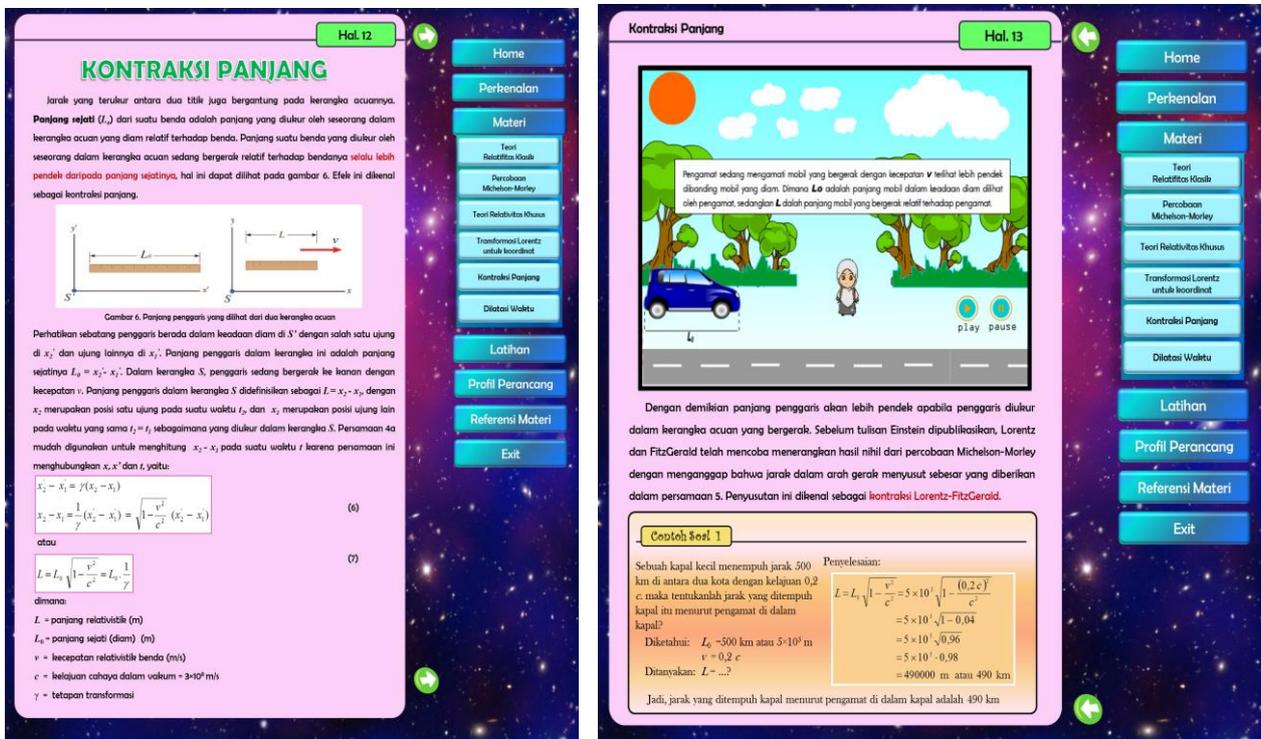
Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6, pada tampilan submenu materi terdapat pilihan yang meliputi enam materi yang disajikan. Materi pertama adalah teori relativitas klasik yang membahas postulat-postulat teori relativitas klasik (sebelum penemuan gelombang elektromagnetik) dengan link menuju biografi tokoh mekanika klasik Galileo Galilei dan Isaac Newton. Di sebelah kiri tampilan pada Gambar 6 dapat dilihat sebagian materi teori relativitas klasik.



Materi keempat adalah transformasi Lorentz untuk koordinat. Tampilan materi ini disajikan pada Gambar 9. Materi kelima adalah kontraksi panjang, dan tampilan-tampilannya disajikan pada Gambar 10, termasuk contoh soal dan pembahasan.



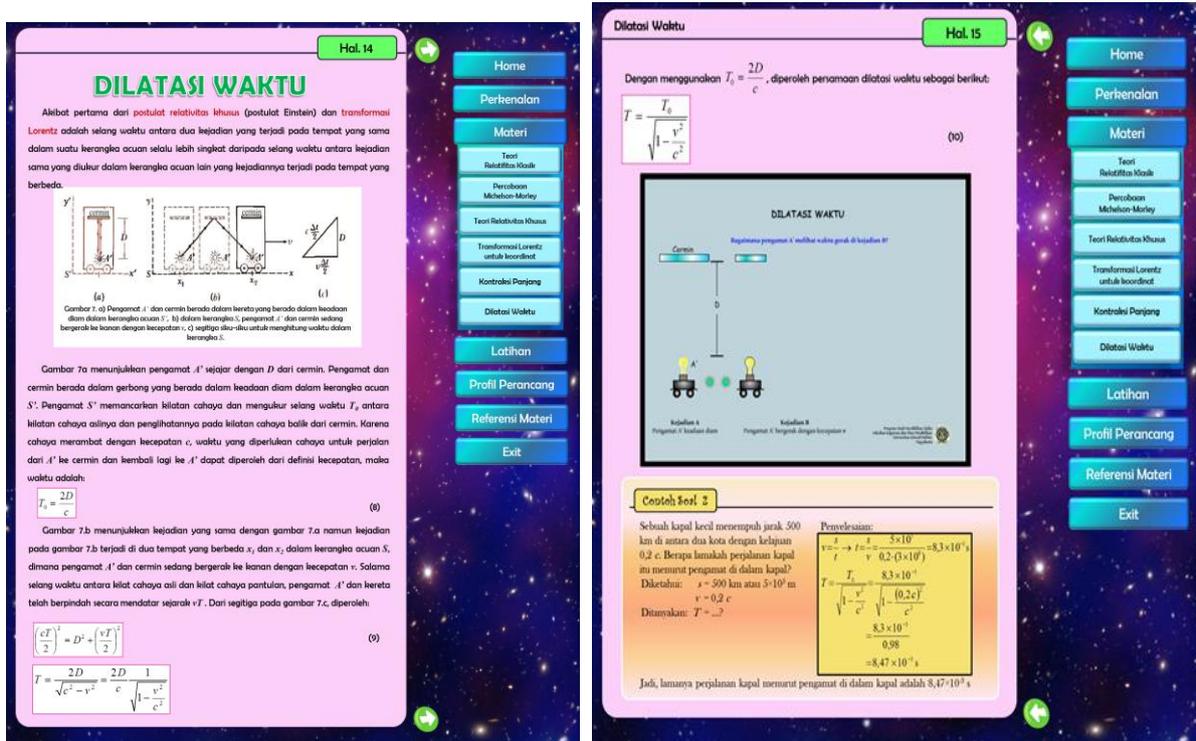
Gambar 9. Tampilan materi transformasi Lorentz untuk koordinat.



Gambar 10. Tampilan materi kontraksi panjang.

## 2 PEMANFAATAN MS EXCEL 2010 UNTUK PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK

Materi keenam dalam submenu materi adalah dilatasi waktu, dan disajikan pada Gambar 11, termasuk contoh soal yang dibahas.



Gambar 11. Tampilan materi dilatasi waktu.

### a.5. Tampilan latihan

Tampilan untuk masuk ke petunjuk latihan dapat dilihat pada Gambar 12(a), dan jika *link* diklik maka akan terbuka tampilan petunjuk latihan seperti disajikan pada Gambar 12(b). Bentuk soal latihan adalah pilihan ganda yang terdiri atas 10 bulir soal. Untuk menjawab soal latihan ini, dipilih salah satu jawaban yang dianggap benar dengan cara mengklik tombol jawaban yang sesuai, selanjutnya pengguna dapat mengklik tombol *next* untuk melanjutkan ke soal berikutnya. Setelah semua soal dikerjakan akan ditampilkan skor nilai.



(a)

(b)

Gambar 12. Tampilan (a) untuk masuk ke tampilan latihan, dan (b) petunjuk latihan.

### a.6. Tampilan menu profil perancang dan referensi

Selain tampilan-tampilan tersebut di muka, terdapat juga tampilan profil perancang dan referensi materi. Tampilan menu referensi materi yang berisi daftar buku-buku yang digunakan dalam penyusunan buku elektronik ini.

## b. Penilaian Tingkat Kelayakan

### b.1. Penilaian Ahli Media

Tabel II menyajikan hasil penilaian tingkat kelayakan pada tiap-tiap aspek oleh ahli media. Terlihat bahwa ahli media cenderung memberikan nilai maksimal (4) pada semua aspek, kecuali nilai 3 pada lima aspek, yaitu aspek 4 (“tombol menu dapat berfungsi dengan baik”), aspek 8 (“Penggunaan warna sesuai sehingga membuat tampilan buku elektronik menarik”), aspek 9 (“Ukuran dan warna gambar pada materi sesuai dan tidak mencolok”), aspek 11 (“Media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar dan mempermudah kegiatan pembelajaran”) dan aspek 12 (“Media pembelajaran berbasis buku elektronik ini merupakan aplikasi yang tepat untuk pengembangan teknologi dalam bidang pendidikan”). Jika dirata-rata secara keseluruhan, diperoleh tingkat kelayakan media sebesar 89,58 %. Berdasarkan klasifikasi tingkat kelayakan media menurut Tabel I, dapat disimpulkan bahwa dari aspek media, media yang dikembangkan sangat layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

**Tabel II.** Hasil penilaian tingkat kelayakan oleh ahli media.

No.	Pernyataan	Skor
1.	Menu utama yang ditampilkan sudah berurutan.	4
2.	Soal-soal latihan pilihan ganda sesuai, dapat berjalan dengan baik dan interaktif.	4
3.	Sumber referensi materi tersedia.	4
4.	Tombol menu dapat berfungsi dengan baik.	3
5.	Tombol next dan back dapat berfungsi dengan baik.	4
6.	Semua tombol video animasi dapat berfungsi sehingga video animasi dapat berjalan dengan baik.	4
7.	Ukuran dan jenis tulisan yang digunakan sesuai sehingga dapat dibaca dengan jelas.	4
8.	Penggunaan warna sesuai sehingga membuat tampilan buku elektronik menarik.	3
9.	Ukuran dan warna gambar pada materi sesuai dan tidak mencolok.	3
10.	Ukuran dan warna animasi pada materi sesuai dan tidak mencolok.	4
11.	Media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar dan mempermudah kegiatan pembelajaran.	3
12.	Media pembelajaran berbasis buku elektronik ini merupakan aplikasi yang tepat untuk pengembangan teknologi dalam bidang pendidikan.	3
Jumlah skor yang diperoleh ( <i>S</i> )		43
Jumlah skor total maksimum ( <i>S<sub>m</sub></i> )		48
Tingkat kelayakan buku elektronik ( <i>P</i> )		89,58%

### b.2. Penilaian Ahli Materi

Tabel III menyajikan hasil penilaian tingkat kelayakan pada tiap-tiap aspek oleh ahli materi. Terlihat bahwa ahli materi cenderung memberikan nilai tidak maksimal (3) pada semua aspek, kecuali nilai 4 pada tiga aspek, yaitu aspek 1 (“Menu utama pada buku elektronik cukup lengkap sebagai media pembelajaran.”), aspek 2 (“Materi layak/membantu sebagai bahan pengayaan pada perkuliahan Fisika Modern.”), dan aspek 17 (“Anda setuju bila materi pembelajaran fisika modern dibuat dalam bentuk buku elektronik interaktif.”). Jika dirata-rata secara keseluruhan, diperoleh tingkat kelayakan menurut ahli materi sebesar 79,41%. Nilai tingkat kelayakan dari aspek materi tidak setinggi nilainya dari aspek media, karena dalam penyusunan materi dalam media masih terdapat sejumlah kesalahan penulisan, dan untuk itu sudah dilakukan revisi. Berdasarkan klasifikasi tingkat kelayakan media menurut Tabel I, dapat disimpulkan bahwa dari aspek ahli materi sangat layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

## 2 PEMANFAATAN MS EXCEL 2010 UNTUK PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK

**Tabel III.** Hasil penilaian tingkat kelayakan oleh ahli materi.

No.	Pernyataan	Skor
1.	Menu utama pada buku elektronik cukup lengkap sebagai media pembelajaran.	4
2.	Materi layak/membantu sebagai bahan pengayaan pada perkuliahan Fisika Modern.	4
3.	Materi yang ditampilkan sudah berurutan.	3
4.	Materi jelas sehingga mudah dipahami.	3
5.	Materi yang dilinkkan dapat memberikan informasi tambahan.	3
6.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang teori relativitas klasik membantu memperjelas materi.	3
7.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang percobaan Michelson-Morley membantu memperjelas materi.	3
8.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang transformasi Lorentz untuk koordinat membantu memperjelas materi.	3
9.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang kontraksi panjang membantu memperjelas materi.	3
10.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang dilatasi waktu membantu memperjelas materi.	3
11.	Video animasi tentang percobaan Michelson-Morley yang ditampilkan membantu memperjelas materi.	3
12.	Video animasi tentang kontraksi panjang yang ditampilkan membantu memperjelas materi.	3
13.	Video animasi tentang dilatasi waktu yang ditampilkan membantu memperjelas materi.	3
14.	Contoh soal dan pembahasan yang ditampilkan sesuai dengan materi.	3
15.	Soal-soal latihan pilihan ganda sesuai dengan materi dan interaktif.	3
16.	Keseluruhan buku elektronik pembelajaran fisika ini dapat dijadikan sebagai alat bantu belajar mandiri	3
17.	Anda setuju bila materi pembelajaran fisika modern dibuat dalam bentuk buku elektronik interaktif.	4
Jumlah skor yang diperoleh ( $S$ )		54
Jumlah skor total maksimum ( $S_m$ )		68
Tingkat kelayakan buku elektronik ( $P$ )		79,41%

### b.3. Penilaian Pengguna

Hasil penilaian tingkat kelayakan penggunaan oleh pengguna disajikan pada Tabel IV. Sebagaimana terlihat dari Tabel IV, pada penilaian per aspek nilai rata-rata cukup bervariasi, dengan nilai terendah adalah 3 pada aspek 7 (“Gambar yang ditampilkan pada materi tentang dilatasi waktu membantu memperjelas materi.”), sedangkan nilai tertinggi adalah pada aspek 1 (“Materi yang ditampilkan jelas dan mudah dipahami.”). Jika dilihat dari deviasi standard per butir, maka deviasi standard relatif bervariasi dari 10 % hingga 22 %. Jika dirata-rata secara keseluruhan (dengan mengabaikan bobot deviasi standard), diperoleh tingkat kelayakan media sebesar 84,25%. Berdasarkan klasifikasi tingkat kelayakan media menurut Tabel I, dapat disimpulkan bahwa dari aspek penggunaan, media yang dikembangkan sangat layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

**Tabel IV.** Penilaian tingkat kelayakan oleh pengguna.

No.	Pernyataan	SS	ST	KS	TS	Rata-rata	Deviasi standard
1.	Materi yang ditampilkan jelas dan mudah dipahami.	7	3	0	0	3,7	0,5
2.	Materi layak/membantu sebagai bahan pengayaan pada perkuliahan Fisika Modern.	4	6	0	0	3,4	0,5
3.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang teori relativitas klasik membantu memperjelas materi.	2	8	0	0	3,2	0,4

Tabel IV (lanjutan). Penilaian tingkat kelayakan oleh pengguna.

No.	Pernyataan	SS	ST	KS	TS	Rata-rata	Deviasi standard
4.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang percobaan Michelson-Morley membantu memperjelas materi.	4	6	0	0	3,4	0,5
5.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang transformasi Lorentz untuk koordinat membantu memperjelas materi.	3	7	0	0	3,3	0,5
6.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang kontraksi panjang membantu memperjelas materi.	3	7	0	0	3,3	0,5
7.	Gambar yang ditampilkan pada materi tentang dilatasi waktu membantu memperjelas materi.	2	6	2	0	3	0,7
8.	Video animasi tentang percobaan Michelson-Morley yang ditampilkan membantu memperjelas materi.	6	4	0	0	3,6	0,5
9.	Video animasi tentang kontraksi panjang yang ditampilkan membantu memperjelas materi.	4	5	1	0	3,3	0,7
10.	Video animasi tentang dilatasi waktu yang ditampilkan membantu memperjelas materi.	4	5	1	0	3,3	0,7
11.	Contoh soal membantu memperjelas materi.	5	5	0	0	3,5	0,5
12.	Soal-soal latihan pilihan ganda sesuai dengan materi dan memperjelas materi.	6	4	0	0	3,6	0,5
13.	Sumber referensi materi tersedia.	5	5	0	0	3,5	0,5
14.	Pengoperasian buku elektronik mudah.	1	9	0	0	3,1	0,3
15.	Ukuran dan jenis tulisan sesuai sehingga dapat dibaca dengan jelas.	3	7	0	0	3,3	0,5
16.	Penggunaan warna sesuai sehingga membuat tampilan buku elektronik menarik.	3	7	0	0	3,3	0,5
17.	Materi dalam buku elektronik ini dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran yang menyenangkan/menarik.	4	6	0	0	3,4	0,5
18.	Submenu Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan buku elektronik.	2	8	0	0	3,2	0,4
19.	Media yang dibuat meningkatkan minat belajar dan mempermudah kegiatan pembelajaran.	4	6	0	0	3,4	0,5
20.	Media pembelajaran ini dapat diaplikasikan untuk materi dalam mata kuliah lain.	6	4	0	0	3,6	0,5
Jumlah skor rata-rata per butir yang diperoleh						3,37	
Tingkat kelayakan buku elektronik (P)						84,25 %	

Tabel V menyajikan rekapitulasi tingkat kelayakan media yang dikembangkan menurut penilaian ahli media, ahli materi dan pengguna, yaitu berturut-turut sebesar 89,58 %, 79,41 %, dan 84,25 %. Dapat disimpulkan bahwa dalam semua aspek buku elektronik yang dikembangkan sangat layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

Tabel V. Rekapitulasi tingkat kelayakan media

No.	Validator	Tingkat Kelayakan (%)	Kriteria
1	Ahli Media	89,58	Sangat Layak
2	Ahli Materi	79,41	Sangat Layak
3	Pengguna	84,25	Sangat Layak

Keterbatasan media ini adalah, pengoperasiannya hanya bisa dilakukan dengan aplikasi Adobe Flash 8.0, padahal dalam prakteknya tidak semua mahasiswa menggunakan Adobe Flash Player. Selain itu, karena ukuran file cukup besar, sering terjadi kemacetan (*"not responding"*). Dalam media yang dikembangkan juga belum terdapat efek suara.

## **2 PEMANFAATAN MS EXCEL 2010 UNTUK PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK**

Keterbatasan lain adalah untuk ahli media dan ahli materi masing-masing hanya terdapat satu dosen; akan lebih obyektif jika untuk masing-masing bidang penilaian sekurang-kurangnya terdapat dua atau tiga dosen.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh ahli materi bidang studi fisika dan ahli perancang media serta pengguna, buku elektronik ini sangat layak sebagai media pembelajaran mandiri untuk subpokok bahasan transformasi Lorentz pada pokok bahasan teori relativitas khusus dalam mata kuliah Fisika Modern, dengan tingkat kelayakan 89,58% dari uji media, 79,41% dari uji materi dan 84,25% dari uji penggunaan.

Keterbatasan atau kesulitan pengguna dalam mengoperasikan buku elektronik ini adalah diperlukan aplikasi tambahan, yaitu Adobe Flash Player sebagai perangkat lunak pendukung untuk menjalankan video animasi serta sering terjadi kemacetan atau kejadian “*not responding*”.

Diharapkan untuk pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan efek suara serta diperbanyak soal latihan, video animasi dan simulasi agar tampilan yang disajikan lebih menarik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aldoobie, N., 2015, “ADDIE model”, *American International Journal of Contemporary Research*, **5**(6), 68-72.
- Anaraki, F., 2004, “Developing an effective and efficient elearning platform”, *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, **12**(2), 57-63.
- Barua, A., 2013, “Methods for decision-making in survey questionnaires based on Likert scale”, *Journal of Asian Scientific Research*, **3**(1), 35-38.
- Charmonman, S., Mongkhonvanit, P., dan Kim, M.-J., 2015, “A survey of apps for e-learning 2015” dalam *The Twelfth International Conference on eLearning for Knowledge-Based Society, 11-12 December 2015, Thailand*, hal. 49.1-49.4.
- Croasmun, J.T., dan Ostrom, L., 2011, “Using Likert-type scales in the social sciences”, *Journal of Adult Education*, **40**(1), 19-22.
- Liu, D., Valdiviezo-Díaz, P., Riofrio, G., Sun, Y.-M., dan Barba, R., 2015, “Integration of virtual labs into science e-learning,” *Procedia Computer Science*, **75**, 95-102.
- Muruganatham, G., 2015, “Developing of e-content package by using ADDIE model,” *International Journal of Applied Research*, **1**(3), 52-54.
- Nugroho, D. K., 2015, “Pengembangan media pembelajaran fisika SMA Kelas XI menggunakan Microsoft Excel 2010 pada pokok bahasan impuls dan momentum”, *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, **2**(1), 1-5.
- Nugraha, Dewanta, dan Wasis, 2014, “Pengembangan media *e-book* interaktif bilingual pada materi pokok kalor untuk SMA kelas X”. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, **3**(1), 1-7.
- Restiyowati, Illa, dan Sanjaya, I.G.M., 2012, “Pengembangan *e-book* interaktif pada materi kimia Semester Genap kelas XI”, *Unesa Journal of Chemical Education*, **1**(1), 130-135.
- Sari, P., dan Oktova, R., 2010, “Pemanfaatan Web Builder untuk perancangan media pembelajaran *online* tentang pengaruh rotasi bumi terhadap gerak bandul matematis,” *Berkala Fisika Indonesia*, **2**(2), 54-63.
- Serway, R. A., dan Jewett, J. W., 2014, “Physics for scientists and engineers (ninth edition)”, Boston, MA: Brooks/Cole.
- Uddin, Z., Ahsanuddin' M., dan Khan, D. A., 2017, “Teaching physics using Microsoft Excel,” *Physics Education*, **52**(5), 053001.