

**PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF PADA MATERI
FISIKA KUANTUM KELAS XII SMA**

(Skripsi)

Oleh:

AHMAD HIDAYAT



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2017**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF PADA MATERI FISIKA KUANTUM KELAS XII SMA

Oleh

AHMAD HIDAYAT

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan di SMAN 1 Pringsewu. Diketahui bahwa sebagian besar peserta didik memiliki perangkat elektronik yang menunjang pembelajaran fisika namun belum digunakan optimal. Selain itu guru kesulitan dalam menunjukkan fenomena fisika kuantum dalam pembelajaran di kelas. Sumber belajar yang digunakan guru tidak menarik karena tidak didukung oleh simulasi percobaan dan animasi yang dapat menunjukkan fenomena tersebut. Hal ini menyebabkan peserta didik tidak memahami konsep fisika kuantum secara sepenuhnya. Dengan mempertimbangkan masalah-masalah tersebut, maka peneliti mengembangkan buku elektronik interaktif yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik yang memuat teks, gambar, simulasi percobaan, dan animasi serta latihan soal untuk mengevaluasi hasil belajar konsep kuantum dasar pada kelas XII SMA. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *reasearch and developtment*. Langkah-langkah dalam melakukan penelitian mengacu pada prosedur pengembangan produk menurut Sugiyono yang meliputi sepuluh

langkah, yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba desain, revisi produk, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk, produksi masal.

Hasil uji validasi menunjukkan bahwa buku telah sesuai teori fisika kuantum dan layak digunakan. Kemudian hasil uji pemakaian memperoleh *N-gain Score* sebesar 0,37 yang menunjukkan produk memiliki efektivitas sedang. Kemudian berdasarkan hasil angket kemenarikan, kemudahan dan manfaat produk yang dikembangkan dinilai menarik dengan skor 3,12 ; mudah dengan skor 3,01 ; dan bermanfaat dengan skor 3,06. Jadi, dapat disimpulkan bahwa buku elektronik interaktif telah teruji efektif serta memiliki kualitas menarik, mudah dan bermanfaat.

Kata kunci : buku elektronik interaktif, fisika kuantum, pengembangan

**PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF PADA MATERI
FISIKA KUANTUM KELAS XII SMA**

**Oleh
AHMAD HIDAYAT**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

**Judul Skripsi : PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK
INTERAKTIF PADA MATERI FISIKA
KUANTUM KELAS XII SMA**

Nama Mahasiswa : Ahmad Hidayat

Nomor Pokok Mahasiswa : 1313022090

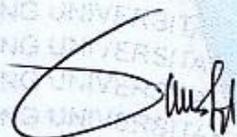
Program Studi : Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

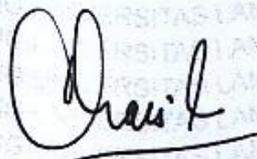


Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.
NIP 19600821 198503 1 004



Wayan Suana, S.Pd., M.Si.
NIP 19851231 200812 1 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

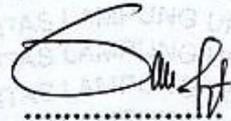


Dr. Caswita, M.Si.
NIP 19671004 199303 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

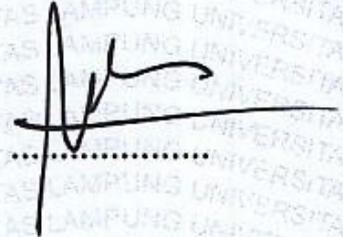
Ketua : Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.



Sekretaris : Wayan Suana, S.Pd., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Abdurrahman, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. H. Muhammad Fuad, M.Hum. S.
NIP 19590722 198603 1 003

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Juli 2017

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Ahmad Hidayat
NPM : 1313022090
Fakultas / Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Jl. KH. Gholib, No. 1247, Kel. Pringsewu Barat, Kab.
Pringsewu

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh oranglain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandarlampung, 13 Juli 2017
Yang Menyatakan,



Ahmad Hidayat
NPM 1313022090

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan dilahirkan di Pringsewu pada tanggal 12 Desember 1994.

Penulis merupakan anak ke empat dari empat bersaudara dari pasangan Alm.

Sutrasman dan Ibu Siti Aisyah.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2001 di SDN 9 Pringsewu, dan diselesaikan pada tahun 2007. Pada tahun tersebut, penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMP Negeri 1 Pringsewu hingga tahun 2010.

Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Pringsewu dan

diselesaikan pada tahun 2013. Pada tahun 2013 ini lah penulis memulai

pendidikan tinggi setelah diterima sebagai mahasiswa di Program Studi

Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu

Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Undangan Nasional Masuk

Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah meraih prestasi yang membanggakan

yaitu meraih nilai tertinggi pada ajang Olimpiade Nasional Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam (ON MIPA) bidang Fisika se-Sumbagsel pada tahun 2015,

2016, 2017 sehingga penulis berhak menjadi finalis tingkat nasional yang

diselenggarakan oleh DIKTI di Surabaya, Jakarta, dan Semarang. Pada tahun

yang 2015, penulis juga berhasil meraih juara 1 Olimpiade Sains Nasional (OSN)

bidang Fisika yang diselenggarakan oleh PT. Pertamina tingkat Provinsi Lampung.

Selain kedua prestasi tersebut, penulis juga beberapa kali meraih penghargaan dalam kompetisi-kompetisi yang diselenggarakan di tingkat Universitas, diantaranya Juara 1 Lomba Cepat Tepat Islami FPPI FKIP Unila tahun 2013, Gema Berprestasi FPPI FKIP Unila dan Keluarga Muda Berprestasi Birohmah Unila pada tahun 2014. Sedangkan dalam hal pengalaman berorganisasi, penulis banyak terlibat dalam kepengurusan organisasi yang berbasis Islam, diantaranya sebagai GEMA FPPI FKIP Unila periode 2013/2014, Anggota Bidang Kaderisasi FPPI periode 2014/2015, tutor BBQ Unila tahun 2014-2016, Kepala Divisi Litbang Himasakta FKIP Unila 2014-2015, Kepala bidang pendidikan FPPI Unila dan Sekrestaris Departemen Eksakta UKM Penelitian Unila tahun 2015/2016, serta anggota Komisi IV DPM-U Unila 2016.

Beragam kegiatan telah penulis lalui selama menjadi mahasiswa. Namun, pengalaman yang tak terlupakan didapat ketika penulis menjadi praktikan BBQ dan terjun sebagai mahasiswa Kuliah Kerja Nyata Kependidikan Terintegrasi (KKN-KT) di Watu Agung, Kecamatan Kalirejo, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari. Penulis menemukan berbagai masalah yang menuntut untuk segera diselesaikan dalam dunia pendidikan saat melaksanakan praktik mengajar melalui Program Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negeri 2 Kalirejo, Kabupaten Lampung Tengah.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya. Dengan kerendahan hati, kupersembahkan lembaran-lembaran sederhana hasil karya kecilku ini kepada:

1. Bapak dan Ibu tersayang yang senantiasa memberikan segala yang terbaik untukku dengan sepenuh hati. Semuanya takkan mungkin ananda balas walau sampai akhir hayat. Mudah-mudahan ananda dapat lebih banyak memberikan kebahagiaan baik di dunia saat ini maupun di akhirat kelak.
2. Kakak-kakak dan ponakan-ponakanku tersayang (Mb Sisri, Mas Hasan, Mb Ari, Mas Mul, Mb Sur, Mas Dedi, oji, rafi, nurul, abian, dan raziq) dan Ria yang turut memberi semangat dan doa dalam setiap langkahku.
3. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

MOTO

“Inna ma’al usri yusron: sesungguhnya sesudah kesulitan terdapat kemudahan”

(Al-Insyiroh:6)

“Sehebat apapun kita, masih ada yang lebih hebat. Jangan kita sombong, kita hanyalah manusia dengan ilmu yang terbatas, teruslah belajar”

(Ahmad Hidayat)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berbagai kenikmatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif pada Konsep Dualisme Gelombang Partikel”.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak bantuan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada lembaran ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Muhammad Fuad, M.Hum., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Caswita, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
3. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika. Lebih dari itu, Bapak juga telah memotivasi penulis untuk mampu istiqomah dalam menjalankan ketaatan sebagai *abdulloh* tanpa melalaikan kewajiban sebagai mahasiswa.
4. Bapak Prof .Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembimbing I, atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing II, atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.

6. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang banyak memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun.
7. Drs. Nengah Maharta M.Si.; M.Si.; Dr. Undang Rosidin, M.Pd.; Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.; Viyanti, S.Pd., M.Pd. Ismu Wahyudi, M.Pfis, B. Anggit Wicaksono, S.Pd., M.Si., Antomi Siregar, S.Pd., M.Pd., M.Si., Leni Rumiyantri, S.Pd., M.Si.,; yang telah membimbing penulis dalam menjalani perkuliahan di Universitas Lampung.
8. Bapak I Dewa Putu Nyeneng, S.Pd., M.Sc., selaku evaluator uji ahli, terimakasih atas waktu dan masukannya.
9. Ibu Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc., selaku evaluator uji ahli, terimakasih atas waktu dan masukannya. Selain itu, Ibu juga yang selalu memotivasi dan membimbing penulis untuk terus maju dalam belajar fisika dengan baik dan menempuh pendidikan yang lebih tinggi.
10. Ibu Ris Purwaningsi, S.Pd. yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian. Terlebih lagi, ibu sudah seperti ibu penulis yang terus mendukung dan memotivasi saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik lagi.
11. Siswa SMAN 1 Pringsewu khususnya kelas XII MIA 1 dan XII MIA 5 yang telah bersedia bekerja sama dalam proses penelitian. Semoga apa yang kakak berikan dapat memotivasi kalian dalam mempelajari fisika lebih lanjut.
12. Ria Purwaningsih yang terkasih dan yang selalu memberiku semangat dan bantuan dalam setiap langkahku. Semoga Allah senantiasa dimudahkan dalam segala urusan dan lancar mencari ilmu.

13. Sahabat-sahabat terdekatku di kampus: Udin, Dani, Adi, Kinasih, Doris, Humedi, Rio, Aji, husen, Mustofi, Mustofa, uus, ama, ana, ulan, anisa, purnama, kiki, dewi, aul, dartia, nuii, linda, rizky. Terimakasih kalian telah mengajarku tentang bagaimana menjadi insan yang bermanfaat untuk orang lain.
14. Keluarga pendidikan fisika 2013 yang sangat seru.
15. Seluruh keluarga besar Almafika yang luar biasa.
16. Mas Aji, Kak Surya, Kak Asis, Mbak Sinta, Luvian, Indra, Mbak Oliv, Mb Erma, dan Keluarga Bimbel Hafara yang telah banyak memberikan bantuan dan pengalaman dalam menjadi tutor berkualitas.
17. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis berdoa semoga semua amal dan bantuan tersebut mendapat pahala serta balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat. Aamiin.

Bandarlampung, 13 Juli 2017

Penulis,

Ahmad Hidayat

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Media Pembelajaran.....	7
B. Mobile Learning.....	8
C. Buku Elektronik (<i>E-book</i>).....	9
D. <i>Software 3D Pageflip</i>	11
E. Fisika Kuantum.....	12
1. Radiasi Benda Hitam	12
2. Efek Fotolistrik	16
3. Efek Compton	20
F. Penelitian yang Relevan.....	23
III METODE PENELITIAN	
A. Desain Pengembangan	25
B. Prosedur Pengembangan.....	25
C. Teknik Pengumpulan Data.....	29
1. Metode Observasi	29

2. Metode Angket	29
3. Metode Wawancara	30
4. Metode Tes Khusus	30
D. Teknik Analisis Data	31

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	34
1. Potensi dan Masalah	34
2. Pengumpulan Data	36
3. Desain Produk	37
4. Validasi Desain dan Isi	39
5. Uji Coba Produk	41
6. Uji Coba Pemakaian	42
B. Pembahasan.....	44

V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	49
B. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Instrumen Angket Kebutuhan Siswa	55
2. Rekapitulasi Hasil Angket Kebutuhan Siswa	58
3. Instrumen Wawancara Guru	63
4. Hasil Wawancara guru	65
5. Kisi-Kisi Uji Ahli Validasi	70
6. Kisi-Kisi Uji Kemenarikan, Kemudahan dan Manfaat.....	74
7. Kisi-Kisi Uji Efektifitas	77
8. <i>Storyboard</i> Pengembangan Produk.....	82
9. Instrumen Uji Ahli Media dan Desain	86
10. Hasil Uji Ahli Media dan Desain	97
11. Instrumen Uji Ahli Isi dan Materi.....	99

12. Hasil Uji Ahli Materi dan Isi	107
13. Instrumen Uji Satu Lawan Satu	109
14. Hasil Uji Satu Lawan Satu	112
15. Instrumen Uji Kemenarikan, Kemudahan dan Manfaat	113
16. Hasil Uji Kemenarikan, Kemudahan dan Manfaat	116
17. Instrumen Uji Keefektifan Produk dan Kunci Jawaban	119
18. Hasil Uji Keefektifan Produk	123

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Hubungan Suhu dan Warna Benda	12
3.1. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban	32
3.2. Konversi Skor Penilaian Menjadi Pernyataan Nilai Kualitas	33
4.1. Rangkuman Uji Validasi Desain	40
4.2. Rangkuman Hasil Uji Validasi Isi dan Materi	40
4.3. Rangkuman Hasil Uji Coba Produk	41
4.4. Rangkuman Perbaikan Hasil Uji Coba Produk	41
4.5. Rangkuman Hasil Uji Efektifitas	43
4.6. Rangkuman Hasil Uji Kemenarikan, Kemudahan dan Manfaat	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Model Benda Hitam Sempurna.....	14
2.2. Kurva Eksperimen Radiasi Benda Hitam	15
2.3. Skema Alat Untuk Menyelidiki Efek Fotolistrik	16
2.4. Kurva Hubungan Antara Intensitas dan Potensial Henti.....	17
2.5. Grafik Hubungan Antara E_k dengan f	19
2.6. Skema Percobaan Compton	21
3.1. Langkah-Langkah Penelitian Pengembangan Menurut Sugiyono	25
3.2. Skema Desain Penelitian Eksperimen (<i>Before-After</i>).....	30
4.1. Contoh Tampilan Produk Pengembangan.....	38
4.2. Contoh Tampilan Produk Pengembangan.....	39

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) semakin pesat. Hingga saat ini banyak produk TIK yang telah dihasilkan oleh para ilmuwan dan perusahaan dunia, seperti *personal computer* (PC), Laptop, PDA, *Handphone* dan lain sebagainya. Perkembangan TIK ini tak lepas dari kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Penggunaan TIK yang awalnya hanya menjadi alat bantu bagi manusia, saat ini telah menjadi kebutuhan dan gaya hidup. Buktinya di Indonesia saja jumlah pengguna internet yang menggunakan perangkat TIK mencapai 132 juta (Widiartanto, 2016).

Perkembangan TIK dapat menjadi pembaharuan dalam bidang pendidikan. Hal ini didukung dengan berkembangannya bahan-bahan pembelajaran yang sebelumnya berbentuk fisik seperti kertas, buku, atau alat diubah dalam bentuk data yang dapat dibaca oleh perangkat TIK. Data-data ini selanjutnya disebut dengan data *digital* atau data elektronik. Tidak terbatas hanya mengubah data fisik menjadi data *digital*. Perkembangan bahan ajar elektronik semakin pesat. Keterbutuhan bahan ajar yang tidak hanya berupa teks mendorong berkembangnya media pembelajaran yang memadukan *audio*, *visual* dan *audio-visual* yang disebut dengan multimedia. Perkembangan multimedia pembelajaran harus dimanfaatkan secara optimal dan bijaksana oleh para pendidik.

Media pembelajaran memegang peranan penting dalam pembelajaran. Media pembelajaran memiliki dua peran utama yaitu, media sebagai alat bantu mengajar (efektivitas) atau *dependent media* dan media sebagai sumber belajar yang digunakan sendiri oleh peserta didik atau disebut *independent media* (Rusman, 2012: 60). Perkembangan teknologi media pembelajaran dapat mempengaruhi cara berpikir, proses pencarian informasi, proses penyesuaian informasi, dan lain sebagainya. Hal ini menjadi alasan para praktisi pendidikan, khususnya bidang Ilmu Pengetahuan Alam mengoptimalkan pemanfaatan dan pengembangan multimedia sebagai media pembelajaran.

Fisika adalah cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang sangat erat dengan fenomena-fenomena fisik alam yang terjadi di sekitar manusia. Pembelajaran fisika perlu didasari oleh fakta-fakta nyata, realita, dan data yang objektif agar peserta didik dapat melihat dengan jelas dan memahami apa yang mereka pelajari. Untuk dapat menunjukkan fenomena alam tersebut guru memerlukan media. Keterbatasan media dapat mengganggu pembelajaran di kelas. Hal ini diketahui dari hasil angket 30 siswa SMA Negeri 1 Pringsewu kelas XII MIA 5.

Berdasarkan analisis angket 100% siswa kesulitan belajar fisika. Padahal 70% siswa senang belajar fisika, tetapi kesenangan belajar fisika ini tidak mengantarkan mereka memahami konsep fisika dengan mudah. Hal ini dapat terjadi salah satunya karena penggunaan media pembelajaran yang terbatas dan tidak menarik. Terbukti dengan hasil analisis anket menyatakan 53% media yang digunakan guru tidak menarik. Media yang pernah digunakan alat praktikum dan powerpoint sederhana.

Dalam fisika terdapat beberapa materi yang sulit dipraktikkan secara langsung, baik karena ketiadaan alat atau tingkat bahaya yang tinggi ketika dipraktikkan di suatu kelas. Salah satunya adalah materi fisika kuantum. Fisika kuantum adalah materi fisika yang membahas tentang sebuah fenomena seperti radiasi benda hitam, efek fotolistrik dan efek Compton. Materi fisika kuantum adalah materi yang lebih sulit dibandingkan materi yang lain dalam fisika modern. Hasil ini diperoleh ketika guru dan dosen diminta membuat urutan materi-materi dalam fisika modern. Selain itu konsep-konsep dalam fisika kuantum juga termasuk konsep yang abstrak sehingga perlu divisualisasikan (Gunawan, 2013). Hal tersebut ditegaskan guru fisika di SMA Negeri 1 Pringsewu, kesulitan membelajarkan fisika kuantum adalah dalam menunjukkan fenomena efek fotolistrik dan efek Compton. Hal ini dikarenakan metode yang digunakan guru hanya ceramah.

Kesulitan lainnya adalah menghadirkan pembelajaran saintifik dalam membelajarkan fisika kuantum karena keterbatasan alat peraga dan waktu yang dimiliki. Keterbatasan waktu dalam membahas materi ini karena materi ini berada pada semester genap di mana sekolah menggunakan waktu untuk persiapan Ujian Nasional (UN). Sekolah lebih memilih melaksanakan *Try Out* UN ketimbang menyelesaikan materi pembelajaran. Untuk mengatasi kesulitan tersebut guru dapat menggunakan multimedia interaktif yang dapat digunakan siswa secara mandiri.

Multimedia interaktif berbasis elektronik sudah banyak dikembangkan oleh praktisi pendidikan. Salah satu contohnya adalah buku elektronik interaktif atau

dapat disebut *e-book* interaktif. *E-book* interaktif adalah salah teknologi yang memanfaatkan komputer untuk menayangkan informasi multimedia dalam bentuk yang ringkas dan dinamis. *E-book* interaktif mampu mengintegrasikan tayangan suara, teks, gambar, grafik, animasi, hingga *movie* sehingga informasi yang disampaikan lebih kaya dibandingkan dengan buku konvensional (Triyono, 2012). *E-book* dapat disimpan pada PC, Laptop, PDA, Tablet hingga *Smartphone* sehingga praktis dalam hal proses penyimpanannya. Seiring dengan perkembangan internet, maka *e-book* semakin mudah diakses karena dapat diakses kapanpun dan dimanapun.

Dengan demikian, *e-book* interaktif dapat menyediakan bahan belajar bagi siswa dan guru dimanapun dan kapanpun. Hal ini akan memudahkan guru dalam melakukan pembelajaran karena tidak terbatas waktu. Fasilitas *e-book* yang dapat menampilkan informasi dalam bentuk *audio*, *visual*, dan *audio visual* dapat menjadi solusi bagi guru untuk dapat menampilkan bentuk fenomena-fenomena fisis fisika kuantum dengan lebih interaktif sehingga dapat menarik minat belajar dan meningkatkan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini telah dikembangkan *e-book* interaktif materi fisika kuantum kelas XII SMA yang meliputi fenomena radiasi benda hitam, efek fotolistrik, dan efek Compton.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik *e-book* fisika kuantum yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik?

2. Bagaimana kemenarikan, kemudahan, dan manfaat *e-book* interaktif pada materi fisika kuantum kelas XII SMA?
3. Bagaimana keefektifan *e-book* interaktif pada materi fisika kuantum kelas XII SMA?

C. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghasilkane-*book* fisika kuantum yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik.
2. Mendeskripsikan hasil uji kemenarikan, kemudahan, dan manfaat *e-book* interaktif pada materi fisika kuantum kelas XII SMA.
3. Mendeskripsikan keefektifan *e-book* interaktif pada materi fisika kuantum kelas XII SMA.

D. Manfaat

Manfaat dari penelitian dan pengembangan ini adalah:

1. Dihasilkannya*e-book* fisika kuantum yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik
2. Tersedianya sumber belajar yang menarik dan interaktif untuk guru dalam membelajarkan fisika kuantum.
3. Tersedianya sumber belajar yang mudah diakses dan interaktif bagi siswa dalam belajar fisika kuantum.
4. Memberikan solusi dari permasalahan keterbatasan waktu dalam membelajarkan fisika kuantum.

5. Memotivasi para guru untuk mengembangkan media pembelajaran yang menarik motivasi belajar siswa dalam belajar fisika kuantum.
6. Secara teoritis dapat menjadi bahan kajian bagi peneliti lain yang mengembangkan produk sejenis.

E. Ruang Lingkup Pengembangan

Untuk menghindari berbagai macam perbedaan penafsiran tentang pengembangan ini maka diberikan batasan sebagai berikut:

1. Pengembangan adalah proses menerjemahkan spesifikasi desain ke dalam suatu wujud fisik tertentu.
2. Produk yang dikembangkan adalah *e-book* interaktif dengan materi fisika kuantum yang memuat teks, suara, grafik, gambar, animasi dan video.
3. Produk dikembangkan melalui *software Microsoft Powerpoint* yang diubah menjadi format pdf dan kemudian diubah dengan *software 3D Pageflip* yang di dalamnya terdapat *software Ispring suite 8.3*.
4. Metode pengembangan yang digunakan diadaptasi dari delapan tahap prosedur pengembangan milik Sugiyono.
5. Uji coba produk penelitian pengembangan dilakukan pada subjek penelitian, yakni pada siswa kelas XII MIA SMA Negeri 1 Pringsewu.
6. Produk yang dikembangkan digunakan untuk menunjang pembelajaran berdasarkan kurikulum 2013

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Media Pembelajaran

Menurut Anderson dalam Sukiman (2012, 12) media pembelajaran adalah media yang memungkinkan terwujudnya hubungan langsung antara karya seseorang pengembang mata pelajaran dengan para siswa. Secara umum wajarlah bila peranan guru yang menggunakan media pembelajaran sangatlah berbeda dari peranan seorang guru "biasa".

Rusman dkk. (2011 : 600) menyatakan bahwa media pembelajaran adalah alat atau bentuk stimulus yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Bentuk-bentuk stimulus bisa digunakan sebagai media di antaranya adalah hubungan atau interaksi manusia; realia; gambar bergerak atau tidak; tulisan, dan suara yang direkam. Kelima bentuk stimulus ini akan membantu peserta didik mempelajari bahasa asing. Namun demikian, tidaklah mudah mendapatkan kelima bentuk itu dalam satu waktu atau tempat.

Dari definisi di atas maka dapat disimpulkan bahwa media adalah alat bantu yang dapat berinteraksi dengan peserta didik untuk memahami konsep dan meningkatkan efektifitas pembelajaran. Media dapat memudahkan guru dalam menyampaikan informasi kepada siswa secara lengkap sehingga pembelajaran dapat menjadi bermakna.

B. Mobile Learning

Istilah *Mobile learning* atau *M-Learning* mengacu pada penggunaan perangkat berupa perangkat teknologi informasi (TI) yang penggunaannya *portable* atau dapat dibawa-bawa untuk menunjang pembelajaran. Beberapa perangkat TI *portable* yang sudah berkembang seperti Laptop, Tablet PC, *Ipad*, PDA dan *Smartphone*. *M-Learning* merupakan pembelajaran yang unik, karena pembelajar dapat mengakses materi, aplikasi, video yang berkaitan dengan pembelajaran dimanapun dan kapanpun. Hal ini akan meningkatkan perhatian pada materi pembelajaran, membuat pembelajaran persuasif, dan dapat mendorong motivasi pembelajar sepanjang hayat (*lifelong learning*). Menurut Tamimuddin (2010) dibandingkan dengan metode konvensional, *mobile learning* memungkinkan adanya lebih banyak kesempatan untuk kolaborasi secara *ad hoc* dan berinteraksi secara informal di antara siswa.

Kemudian menurut Permana dkk.(2014) *M-learning* memiliki karakteristik yang praktis dibawa kemanapun, maka *m-learning* memiliki ketertarikan tersendiri. Sedangkan menurut Hidayat (2010) kelebihan *M-Learning* daripada *e-learning* adalah *m-learning* bersifat mudah dibawa kemana-mana (*portable*), praktis karena pembelajar tidak direpotkan dengan alat yang digunakan, dan mudah digunakan oleh siapa saja yang belum terlalu mengerti teknologi.

Dari definisi di atas maka *m-learning* dapat didefinisikan sebagai metode belajar yang menggunakan alat berupa perangkat elektronik yang mudah dibawa-bawa (*portable*) sehingga pembelajaran dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun karena kemudahan akses materi dan sistem pembelajaran.

Kemudian menurut Sarrab (2010) keuntungan menggunakan *m-learning* sebagai berikut.

1. Dapat mengakses konten kapanpun
2. Dapat mengakses konten dimanapun
3. Menunjang pembelajaran jarak jauh
4. Dapat meningkatkan pembelajaran berpusat pada peserta didik
5. Bagus untuk waktu berlatih atau mengulang konten
6. Dapat digunakan lebih efektif
7. Menunjang perbedaan kebutuhan belajar peserta didik dan pembelajaran mandiri
8. Dapat meningkatkan interaksi antara pesertadidik dan instruktur
9. Mengurangi budaya dan komunikasi terbatas antara sekolah dan peserta didik dengan menggunakan saluran komunikasi yang peserta didik sukai

Oleh karena kelebihan *m-learning* di atas, khususnya pembelajaran yang tidak terbatas waktu dan tempat, maka *m-learning* baik digunakan untuk menunjang pembelajaran yang terbatas waktu seperti pembelajaran kelas XII SMA semester II yang dipersingkat karena persiapan UN. *M-learning* dapat menjadi solusi bagi peserta didik untuk lebih mendalami pembelajaran secara mandiri karena kontennya yang lengkap dan mudah diakses.

C. Buku Elektronik (*e-book*)

E-book merupakan satu jenis produk perkembangan TIK yang banyak digemari saat ini. *The Oxford Dictionary of English* mengartikan *e-book* sebagai berikut

e-book adalah versi elektronik dari sebuah buku cetak, tetapi *e-book* dapat eksis tanpa di *print-out*, dan *e-book* biasanya dibaca dengan alat khusus yaitu *e-book reader*. PC dan seluler juga dapat digunakan untuk membaca *e-book*.

Sedangkan menurut Eskawati dan Sanjaya (2012), *e-book* merupakan buku dalam bentuk elektronik berisikan informasi yang dapat berwujud teks dan gambar. Triyono (2012) juga mengungkapkan bahwa *e-book* adalah salah satu

teknologi yang memanfaatkan komputer untuk menayangkan informasi multimedia dalam bentuk ringkas dan dinamis.

Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa *e-book* merupakan buku dalam bentuk digital yang dapat menyajikan informasi secara ringkas dan dinamis melalui perangkat elektronik seperti PC dan seluler. Seiring dengan perkembangan TIK *e-book* semakin banyak diminati. Hal ini mendorong inovasi dalam pengembangan *e-book*, dimana awalnya *e-book* hanya dapat menyajikan teks dan gambar, saat ini *e-book* telah dapat menintegrasikan suara, animasi, video bahkan memanfaatkan internet untuk berkomunikasi dua arah atau lebih. *e-book* tersebut dikenal dengan istilah *e-book* interaktif.

Menurut Triyono (2012) kelebihan *e-book* adalah :

1. *Content* dan tampilan yang dimiliki buku digital cukup interaktif
2. Harganya lebih murah
3. Praktis dalam penyimpanan
4. Menyenangkan untuk dibaca
5. Dapat mengintegrasikan suara, animasi, video

Selain itu *e-book* adalah buku dalam bentuk digital sehingga perlu dijalankan menggunakan komputer. Dimana menurut Kwartolo (2010) dalam Suryani dan Sukarmin (2012) mengatakan secara teoritis komputer dan perangkatnya memiliki peran yang sangat luar biasa untuk mendukung proses pembelajaran yaitu :

- 1) Peserta didik dapat terlibat aktif karena ada proses belajar dan pembelajaran yang menarik dan bermakna
- 2) Peserta didik dapat menggabungkan ide-ide baru ke dalam pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya untuk mengetahui makna atau keingintahuan dan keraguan yang selama ini ada dalam benaknya.
- 3) Memungkinkan siswa bekerja sama dalam suatu kelompok
- 4) Memungkinkan siswa dapat secara aktif dan antusias berusaha untuk mencapai tujuan yang diinginkan.
- 5) Memungkinkan situasi belajar diarahkan pada proses belajar yang bermakna

- 6) Memungkinkan siswa menyadari apayang telah dipelajarinya.

Karena kelebihan-kelebihan di atas sehingga mendorong peneliti mengembangkan *e-book* interaktif yang dapat mengarahkan perhatian dan mendorong minat belajar siswa serta menjadikan pembelajaran menggunakan TIK menjadi menyenangkan dan bermakna. *E-book* dapat menjadi sumber belajar bagi siswa yang mudah dibawa-bawa sehingga dapat mengurangi kesan “pustaka berjalan” bagi siswa yang banyak membawa buku-buku pelajaran dalam tasnya.

D. Software 3D Pageflip

Buku panduan penggunaan *3D pageflip* yang ditulis oleh tim *3D Pageflip (2015)* menyatakan:

“*3D pageflip* help you to convert your still PDF files into animated 3D page turning books, and more fantastic feature of the amazing software is that you can add multimedia music and videos on pages, even links, images, YouTube and flexible buttons, etc”

Yang artinya *3D pageflip* dapat membantu merubah *file* PDF menjadi buku 3D, dan dapat ditambahkan multimedia musik, video, *link*, gambar, Youtube dan tombol fleksibel.

Patri (2014: 3) mengatakan:

3DPageflip Professional adalah *software* yang dapat di gunakan untuk membuat bahan ajar *multimedia* yang interaktif dan inovatif, mudah digunakan serta dapat menggabungkan beberapa media di dalam nya baik *audio* maupun *visual*.

Sedangkan Rozy (2016) mengartikan *3D PageFlip* adalah aplikasi *flash flipbook* yang dapat digunakan untuk membuat file *PDF*, *Word*, *PowerPoint*, dan *Excel* ke bentuk *flipbook*. Sehingga dari definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa *3Dpageflip* adalah aplikasi atau *software* yang dapat mengkonversikan bentuk teks digital menjadi bentuk 3D dan dapat menambahkan multimedia dalam bentuk audio, visual, audiovisual serta *link*.

3D pageflip dapat digunakan untuk membuat *e-book* interaktif karena kemampuannya yang dapat mengintegrasikan suara, animasi, video serta *even link*, serta tombol fleksibel sehingga menjadikannya memiliki tampilan yang menarik dan mudah digunakan. Hal ini yang menjadi pertimbangan peneliti menggunakan *3D pageflip* untuk mengembangkan buku elektronik interaktif pada materi fisika kuantum kelas XII SMA.

E. Fisika Kuantum

1. Radiasi Benda Hitam

Ketika sebuah benda dipanaskan, maka suhu benda terus naik. Semakin tinggi suhu benda maka ruangan di sekitar benda akan ikut memanas. Hal ini terjadi karena benda mengeluarkan energi, yang disebut energi radiasi. Energi radiasi ini berupa energi elektromagnetik. Pada suhu ini benda akan berpijar dan berubah warna (Kanginan, 2013 : 142) . Hubungan antara suhu dengan warna benda terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hubungan Suhu dengan Warna benda

Suhu Benda dalam °C	Warna Benda
500-700	Merah Tua
700-800	Merah
800-900	Merah jingga
900-1000	Jingga
1000-1100	Kuning
1100-1300	Kuning muda
1300-1500	Putih

Ekperimen tentang radiasi kalor benda pertama kali dilakukan oleh Joseph Stefan dan Ludwig Boltzmann, diperoleh kesimpulan yang dinyatakan dalam rumus :

$$W = e\sigma AT^4$$

dengan:

W = intensitas radiasi kalor yang dipancarkan benda tiap detiknya (watt)

e = emisivitas benda

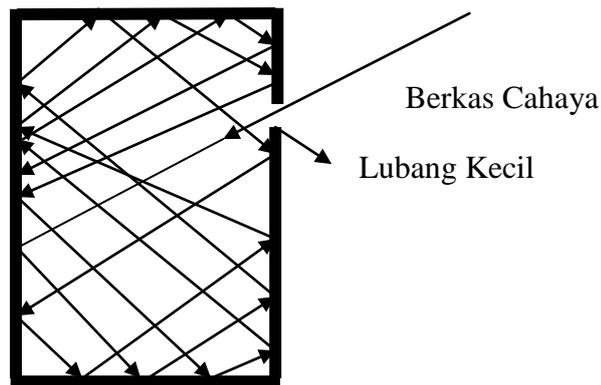
σ = konstante Stefans – Boltzmann ($5,670 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$)

A = luas permukaan benda (m^2)

T = suhu benda (K)

Persamaan diatas disebut dengan Hukum Stefan – Boltzmann. Emisivitas adalah konstanta yang besarnya tergantung pada sifat permukaan benda yang mempunyai nilai antara 0 hingga 1.

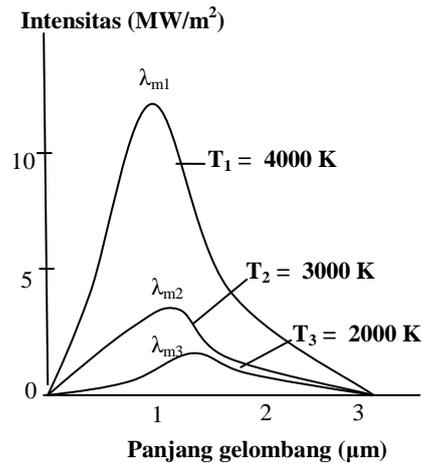
Untuk benda yang mempunyai emisivitas 1 dinamakan benda hitam, yaitu suatu benda yang mempunyai sifat menyerap semua kalor. Penyerapan kalor ini umumnya tergantung oleh komposisi benda. Tetapi berdasarkan ekperimen ada satu kelas benda yang memancarkan radiasi dengan karakteristik universal, yaitu benda hitam (*black body*). Tidak ada benda hitam sempurna. Saat ini hanya bisa dibuat benda yang mendekati benda hitam sempurna. Benda hitam diidentikkan dengan benda berongga yang memiliki lubang kecil seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1. Model benda hitam sempurna

Apabila dilihat lubang itu berwarna hitam karena jika ada cahaya yang masuk ke lubang tersebut kemungkinan kecil bisa keluar lagi, cahaya itu akan dipantulkan oleh dinding bagian dalam benda berongga sehingga akhirnya energi habis terserap. Sebaliknya jika benda tersebut dipanaskan, maka lubang itu akan menyala lebih terang dibandingkan dengan daerah sekitarnya, yang berarti memancarkan energi lebih besar dibandingkan dengan yang lain

Teori klasik gagal menjelaskan peristiwa radiasi benda hitam. Teori pertama datang datang dari Wilhelm Wien. Perubahan warna pada benda menunjukkan perubahan intensitas radiasi benda. Jika suhu meningkat maka intensitas radiasi berubah yang disebut dengan pergeseran Wien. Grafik eksperimen radiasi benda hitam terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2.kurva eksperimen radiasi benda hitam

Pada grafik terlihat bahwa apabila suhu benda meningkat, maka panjang gelombang untuk intensitas maksimum (λ_{maks}) bergeser ke nilai panjang gelombang yang lebih pendek. Percobaan Wien digambarkan oleh persamaan

$$\lambda_{maks} T = C$$

Dengan (λ_{maks}) adalah panjang gelombang maksimum, T adalah suhu mutlak dan C merupakan konstanta Wien ($2,898 \times 10^{-3} \text{mK}$). Hasil ini gagal menerangkan fenomena radiasi benda hitam untuk panjang gelombang tinggi.

Teori kedua datang dari Lord Reyleight dan Sir James Jean, yang dikenal dengan teori Reyleight-Jeans. Berdasarkan hasil perhitungan ini, Reyleight-Jeans menjelaskan bahwa intensitas radiasi benda hitam akan semakin meningkat seiring dengan kecilnya panjang gelombang cahaya. Ketika mendekati panjang gelombang nol, intensitas radiasi menjadi tak berhingga ($I \rightarrow \infty$) yang disebut dengan bencana ultraviolet. Hal ini merupakan kegagalan perhitungan Reyleight-Jeans, karena menurut eksperimen mendekati panjang gelombang nol, maka intensitas radiasi menjadi nol.

Kemudian dengan menggunakan perhitungan Reyleight-Jeans, Max Plank melakukan terobosan besar dengan menyatakan energin cahaya tidak kontinu, tetapi diskret yang dibawa sebagai paket-paket energi (kuanta).Plank mengemukakan dua anggapan penting mengenai atom-atom yang bergetar pada dinding berongga, yaitu sebagai berikut :

- 1) Atom-atomyang bergetar hanya mempunyai energi tertentu (E_n) yang terkuantisasi dan keadaan-keadaan yang boleh disebut keadaan kuantum. Persamaan yang menggambarkan anggapan Plank sebagai berikut :

$$E_n = nhf$$

Dengan n adalah bilangan kuantum ($n=1,2,3,\dots$), h adalah tetapan Plank ($6,626 \times 10^{-34}$ Js) dan f adalah frekuensi getaran dari atom.

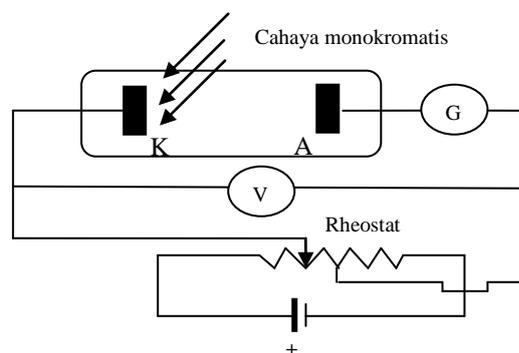
- 2) Atom-atom yang bergetar tidak meradiasikan energinya secara kontinu, tetapi hanya dalam bentuk paket-paket energi yang disebut kuantum atau foton.

(Yaz,2008 : 178-185)

2. Efek Fotolistrik

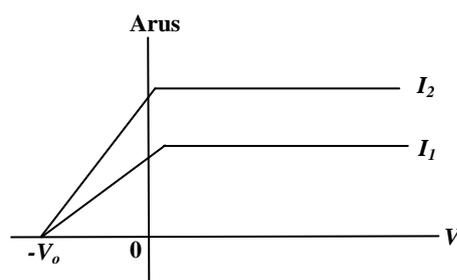
Efek fotolistrik adalah peristiwa lepasnya elektron dari permukaan logam bila disinari.Gejala ini pertama kali diselidiki oleh Hallawachs pada tahun 1888.

Jenis logam yang digunakan pada percobaan ini adalah logam alkali



Gambar 2.3. Skema alat untuk menyelidiki efek fotolistrik

Gambar diatas menggambarkan skema alat yang digunakan Einstein untuk mengadakan percobaan. Alat tersebut terdiri atas tabung hampa udara yang dilengkapi dengan dua elektroda A dan B dan dihubungkan dengan sumber tegangan arus searah (DC). Ketika diruang gelap, maka amperemeter tidak bergerak. Kemudian ketika Katoda (A) dijumpai sinar, amperemeter bergerak yang menunjukkan adanya arus listrik. Aliran arus ini terjadi karena adanya elektron yang terlepas dari permukaan (yang selanjutnya disebut elektron foto) A bergerak menuju B. Apabila tegangan baterai diperkecil sedikit demi sedikit, ternyata arus listrik juga semakin mengecil dan jika tegangan terus diperkecil sampai nilai tertentu ($-V_o$), amperemeter menunjuk angka nol yang berarti tidak ada arus listrik yang mengalir atau tidak ada elektron yang keluar dari keping A. Potensial V_o ini disebut potensial henti, yang nilainya tidak tergantung pada intensitas cahaya yang dijumpai. Hal ini menunjukkan bahwa energi kinetik maksimum elektron yang keluar dari permukaan adalah sebesar :



Gambar 2.6: Grafik hubungan antara intensitas dengan potensial henti

$$Ek = \frac{1}{2}mv^2 = eV_o$$

dengan :

Ek = energi kinetik elektron foto (J atau eV)

m = massa elektron (kg)

v = kecepatan elektron (m/s)

e = muatan elektron (C)

V_o = potensial henti (volt)

Teori klasik yang menyatakan bahwa cahaya hanya sebagai gelombang saja. Dalam teori gelombang ada dua besaran yang sangat penting, yaitu frekuensi (panjang gelombang) dan intensitas.

Ternyata teori gelombang (menganggap cahaya hanya sebagai gelombang) gagal menjelaskan tentang sifat-sifat penting yang terjadi pada efek fotolistrik, antara lain :

1. Teori gelombang menganggap bahwa efek fotolistrik dapat terjadi pada sembarang frekuensi. Akan tetapi tidak satupun elektron dibebaskan ketika logam disinari oleh frekuensi yang lebih kecil daripada frekuensi tertentu yang disebut frekuensi ambang (f_o) yang tergantung jenis benda..
2. Teori gelombang menganggap energi kinetik elektron foto tergantung intensitas. Padahal energi kinetik elektron foto tidak tergantung intensitas cahaya. Tetapi mempengaruhi jumlah elektron foto yang keluar.
3. Teori gelombang menganggap perlu waktu tertentu untuk mengeluarkan elektron foto, tapi secara eksperimen elektron foto keluar secara spontan.

Albert Einstein menggunakan pandangan cahaya sebagai partikel dan teori Max Plank, berhasil menjelaskan efek fotolistrik dan mendapat Nobel pada tahun 1921. Menurut Einstein energi yang dibawa foton adalah dalam bentuk paket, ketika foton menumbuk elektron maka foton menyalakan diri dengan menyerahkan seluruh energinya pada elektron. Sebagian energi yang diterima elektron digunakan untuk meningkatkan energi total sehingga

dapat mengatasi besarnya energi minimal yang diperlukan untuk melepaskan elektron dari energi ikatnya yang disebut fungsi kerja (W_o) atau energi ambang. Sisa energi foton dijadikan energi kinetik (Ek_{maks}) setelah lepas dari logam. Besarnya W_o tergantung pada jenis logam yang digunakan (Kanginan, 2013 : 354). Grafik yang menunjukkan hubungan energi kinetik maksimum (Ek), energi foton (E) dan energi ambang (W_o) sebagai berikut :

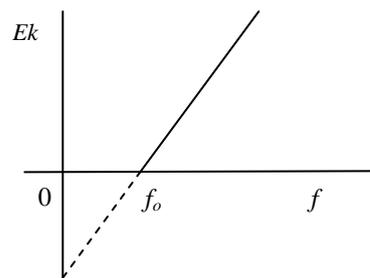
$$E = W_o + Ek$$

atau

$$Ek = E - W_o$$

sehingga

$$Ek = hf - hf_o = h(f - f_o)$$



Gambar 2.5: Grafik hubungan antara Ek dengan f

dengan :

Ek = energi kinetik maksimum elektron foto

h = konstanta Planck

f = frekuensi foton

f_o = frekuensi ambang

Dari grafik tersebut maka diperoleh persamaan :

$$Ek_{maks} = E - W_o$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = hf - hf_o$$

Dengan m adalah massa elektron ($9,1 \times 10^{-31}$ kg) dan v adalah kecepatan maksimum elektron, f adalah frekuensi foton dan f_0 adalah frekuensi ambang benda. Persamaan di atas menunjukkan bahwa elektron akan keluar ketika frekuensi foton yang dikenai pada logam lebih besar daripada frekuensi ambang benda.

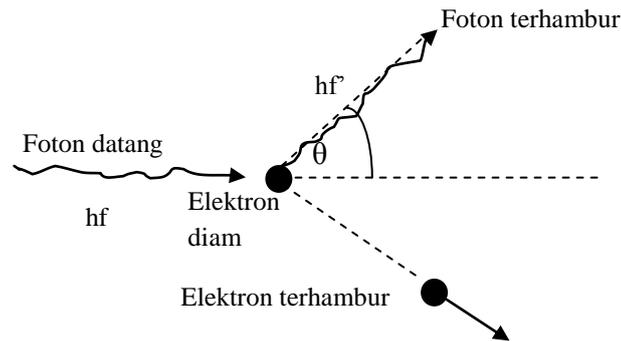
a) Aplikasi efek fotolistrik

Beberapa aplikasi efek fotolistrik terdapat pada alat-alat digital seperti kalkulator digital. Beberapa aplikasi praktis juga memanfaatkan efek fotolistrik dengan mengeksploitasi kebutuhan arus listrik. Aplikasi pengisi suara (*dubbing*) film direkam sebagai jejak optik disepanjang pinggiran keping film. Pemanfaatan efek fotolistrik ketika film diputar dan jalur suara disinari cahaya kemudian ke fotosel. Kemudian fotosel menghasilkan arus listrik yang sebanding dengan intensitas cahaya. Selain itu sistem pintu otomatis, alarm maling dan detektor asap menggunakan berkas cahaya dan fotosel untuk saklar pengaman (Kanginan, 2013 : 355).

3. Efek Compton

Pada tahun 1923 Holly Compton melakukan percobaan yang cukup sederhana yaitu memancarkan sinar X monokromatik (sinar X yang memiliki panjang gelombang tunggal) pada keping tipis berilium untuk mengamati foton dari sinar X dan elektron yang terhambur dipasang detektor. Sinar X yang telah menumbuk elektron akan kehilangan sebagian energinya yang kemudian terhambur dengan sudut hamburan sebesar θ terhadap arah semula. Hasil

ekperimen ini menunjukkan sinar X terhambur dengan panjang gelombang yang lebih besar. Hal ini dikarenakan sebagian energinya terserap oleh elektron. Jika energi foton sinar X mula-mula hf dan energi foton sinar X yang terhambur menjadi $(hf - hf')$ dalam hal ini $f > f'$, sedangkan panjang gelombang yang terhambur menjadi tambah besar yaitu $\lambda' > \lambda$.



Gambar 2.6 :Skema percobaan Compton

Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum dan kekekalan energi Compton berhasil menunjukkan bahwa perubahan panjang gelombang foton terhambur dengan panjang gelombang semula, yang memenuhi persamaan :

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

Dengan

λ = panjang gelombang sinar X sebelum tumbukan (m)

λ' = panjang gelombang sinar X setelah tumbukan (m)

h = konstanta Planck ($6,625 \times 10^{-34}$ Js)

m_0 = massa diam elektron ($9,1 \times 10^{-31}$ kg)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 ms⁻¹)

θ = sudut hamburan sinar X terhadap arah semula (derajat)

atau radian)

nilai $\frac{h}{m_0 c}$ disebut sebagai panjang gelombang Compton. Hasil yang diperoleh Compton membuktikan bahwa cahaya memiliki sifat partikel. Hal ini memperkuat teori dualisme gelombang yang menyatakan cahaya sebagai gelombang dan partikel (Kanginan, 2013 : 362).

Hasil percobaan Compton diperkuat Louis de Broglie yang mengemukakan pendapatnya bahwa cahaya dapat berkelakuan seperti partikel, maka partikel pun seperti halnya elektron dapat berkelakuan seperti gelombang. Sebuah foton dengan frekuensi f memiliki energi sebesar hf dan memiliki momentum $p = \frac{hf}{c}$, karena $c = f\lambda$, maka momentum foton dapat dinyatakan $p = \frac{h}{\lambda}$ sehingga panjang gelombang foton dapat dinyatakan $\lambda = \frac{h}{p}$ (Kanginan, 2013 : 364). Untuk benda yang bermassa m dan memiliki kecepatan v maka panjang gelombang de Broglie dapat dinyatakan sebagai :

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

Tahun 1927, Davisson dan Germer di Amerika Serikat dan G.P. Thomson di Inggris, menguji hipotesis de Broglie secara bebas. Hasil percobaan mereka menunjukkan bahwa elektron dapat terdifraksi oleh kisi atom. Hal ini menunjukkan bahwa partikel juga dapat bersifat sebagai gelombang layaknya cahaya.

Dari hasil percobaan tentang efek fotolistrik, efek Compton dan difraksi elektron menunjukkan adanya dualisme sifat cahaya yaitu cahaya dapat bersifat sebagai gelombang dan di sisi lain cahaya dapat bersifat partikel.

F. Hasil Penelitian yang Relevan

Suryani dan Sukarmin (2012) dalam jurnal yang berjudul “Pengembangan *E-Book* Interaktif pada Materi Pokok Elektrokimia Kelas XII SMA” mendapatkan persentase rata-rata sebesar 91,67% untuk penyajian *e-Book* dan Ketertarikan siswa terhadap *e-book* mendapatkan persentase rata-rata sebesar 94,28% yang diinterpretasikan dalam skala Likert yaitu sangat kuat. Hal ini dikarenakan dalam *e-book* ini dilengkapi dengan animasi, suara, video, tombol yang memudahkan dalam penggunaannya serta soal-soal yang interaktif. Keterbatasan dari *e-book* ini terdapat pada *software* yang digunakan yaitu menggunakan *Adobe flash CS 3* yang hanya dapat dibuka melalui komputer secara *offline*. Sedangkan penelitian Rozy (2016) dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Elektronika Berbasis *3d Pageflip* pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Di SMK Negeri 1 Kediri” mengembangkan modul yang sangat mudah digunakan karena tombol-tombol yang memandu penggunaan *e-book* menjadi sangat praktis sehingga mendapatkan nilai rerata skor 90,99% dengan kriteria “Sangat Valid”. Sedangkan dari penilaian yang berasal dari siswa, media pembelajaran ini mendapatkan respon siswa dengan nilai rerata 92% dengan kategori “Sangat Baik”. Keterbatasan yang terlihat dari produk ini adalah tampilannya yang masih sederhana.

Nurmayanti, Bakri dan Budi (2015) juga mengembangkan modul elektronik dengan *3D pageflip* dalam jurnalnya yang berjudul “Pengembangan Modul

Elektronik Fisika dengan Strategi PDEODE Pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas Untuk Siswa Kelas XI SMA” yang mendapatkan hasil validasi *e-book* dengan program *3D Pageflip* menggunakan strategi PDEODE mendapatkan nilai sangat baik dari para ahli dan dinilai layak untuk digunakan. *E-Book* ini memiliki tampilan yang dinamis, disertai dengan animasi dan video yang dapat membuat siswa lebih aktif dalam kegiatan belajar dengan *e-book*. *E-book* ini sudah dapat dibuka tanpa aplikasi tambahan dan dapat secara *offline* maupun *online*.

Sedangkan penelitian yang berhubungan dengan materi fisika kuantum, seperti penelitian Nugroho dan Kuswanto (2015) yang berjudul “Pengembangan *Website* Berbasis *Responsive WebDesign* (RWD) Sebagai Multimedia Pembelajaran Interaktif Fisika Untuk Materi Pokok Konsep Dan Fenomena Kuantum Tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA)”, mendapatkan rekapitulasi skor rerata keseluruhan aspek dari ahli materi, ahli media dan guru mendapatkan rerata skor keseluruhan 3,40 dengan kategori sangat baik. Media ini berupa laman web sehingga perlu koneksi internet untuk membukanya. Dalam media ini telah diintegrasikan video dan animasi. Siswa menyarankan agar media ini dapat dibuka dalam tablet atau *smartphone*.

Berdasarkan kajian jurnal di atas, maka buku elektronik dengan *software 3D pageflip* mendapatkan respon baik dari para ahli dan juga siswa. Selain itu juga, belum ada yang mengembangkan media pembelajaran *e-book* berbasis *3D pageflip* pada materi fisika kuantum. Sehingga hal ini yang menjadi pertimbangan bagi peneliti untuk mengembangkan buku elektronik interaktif pada materi fisika kuantum SMA yang dapat dibuka dengan laptop atau PC.

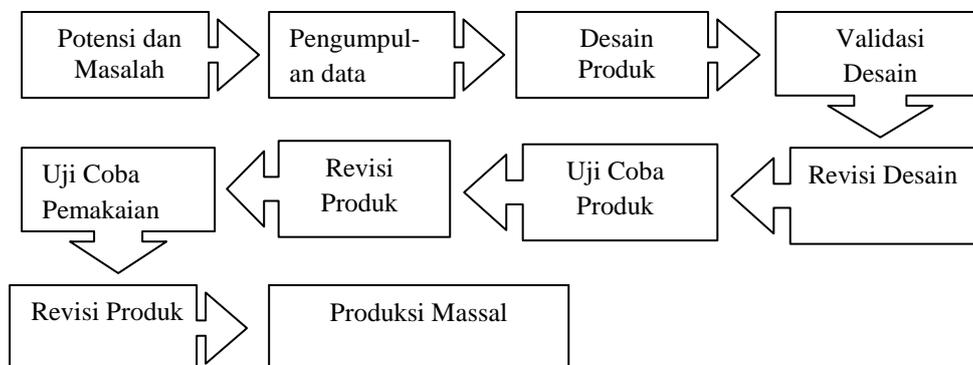
III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu *research and development* atau penelitian dan pengembangan. Metode pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2008: 297). Pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan *e-book* interaktif materi fisika kuantum kelas XII SMA yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dipilih peneliti dalam mengembangkan produk *e-book* interaktif ini adalah prosedur penelitian dan pengembangan yang dikemukakan oleh Sugiyono (2008 : 298) seperti ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Langkah-langkah penelitian pengembangan menurut Sugiyono (2008 : 298)

1. Potensi dan Masalah

Penelitian dan pengembangan berangkat dari potensi dan masalah. Potensi adalah segala sesuatu yang dapat didayagunakan sehingga memiliki nilai tambah. Potensi yang tidak didayagunakan dengan baik akan menjadi masalah. Masalah sendiri merupakan penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi. Potensi dan masalah akan disertai data empirik yang mengungkapkan tentang kegiatan pembelajaran fisika kuantum di sekolah.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang menunjang penelitian produk ini. Data yang dimaksud ini berupa apa saja yang mempengaruhi pembelajaran fisika khususnya materi fisika kuantum. Data yang diperoleh digunakan sebagai pertimbangan konten apa saja yang akan diisi dalam produk *e-book* ini sehingga dapat menunjang pembelajaran fisika kuantum kelas XII SMA.

3. Desain Produk

Tahap ini merupakan perancangan produk pengembangan dan dihasilkan produk awal. Produk yang dikembangkan berupa buku elektronik (*e-book*) interaktif yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik. *E-book* ini dikembangkan menggunakan *software 3D Pageflip, Ms. Power Point & Ispring Suite 8.3*. *E-book* yang dikembangkan berisi teks, video, animasi, suara dan tombol fleksibel yang memudahkan navigasi dalam menggunakannya. *E-book* ini berisi materi fisika kuantum yang terdiri dari

radiasi benda hitam, efek fotolistrik dan efek Compton. Hasil akhir *e-book* akan dibuat dalam format .3dp dan .html sehingga *offline* maupun melalui *browser* internet.

4. Validasi Desain

Validasi adalah suatu usaha untuk menilai produk yang telah dikembangkan oleh para ahli. Uji validasi yang digunakan dalam penelitian ini berupa uji validasi desain dan uji validasi isi. Instrumen yang digunakan untuk uji validasi berupa angket. Untuk uji ahli desain dan isi dua orang dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

5. Revisi Desain

Setelah melakukan uji validasi maka peneliti akan memperoleh hasil uji berupa saran perbaikan dari kelemahan yang terdapat pada produk yang telah dibuat. Peneliti harus mengurangi atau memperbaiki kelemahan tersebut agar produk yang dihasilkan layak dan dapat digunakan untuk uji coba produk.

6. Uji Coba Produk

Setelah produk di diperbaiki dan dinilai layak oleh para ahli, maka langkah selanjutnya adalah menguji coba produk pada subyek penelitian. Uji produk menggunakan uji satu lawan satu yang dilakukan oleh tiga orang peserta didik yang diberi angket untuk menilai produk yang telah dikembangkan.

7. Revisi Produk

Setelah melaksanakan uji coba produk kepada subyek penelitian, maka peneliti akan memperoleh respon subyek penelitian berupa kritik dan saran terhadap produk. Kemudian peneliti memperbaiki produk sesuai kritik dan saran dari subyek penelitian agar layak digunakan kelompok yang lebih besar.

8. Uji Coba Pemakaian

Setelah diperbaiki berdasarkan kritik dan saran subyek penelitian. Selanjutnya produk diuji coba kepada kelompok yang lebih besar. Uji coba pemakaian dilakukan kepada beberapa peserta didik kelas XII MIA SMA N 1 Pringsewu dengan menggunakan metode *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui apakah produk yang dihasilkan efektif atau tidak terhadap kelompok uji. Pada uji ini juga peserta didik diberi angket untuk mengetahui kualitas produk.

9. Revisi Produk

Setelah diuji coba pada kelompok besar maka akan diperoleh saran perbaikan. Peneliti memperbaiki produk agar dapat digunakan pada kelompok yang lebih besar dan layak untuk diproduksi secara massal.

10. Produksi Massal

Setelah produk yang telah direvisi dan diperoleh produk *final*. Maka produk dinilai layak untuk diproduksi secara massal. Produksi ini bertujuan agar produk dapat digunakan oleh peneliti lain sebagai referensi ataupun guru untuk menunjang pembelajaran fisika kuantum pada kelas XII SMA.

C. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian pengembangan yang dilakukan ini memiliki dua jenis data, yaitu data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui hasil wawancara dan instrumen angket, sedangkan data kuantitatif diperoleh melalui *pre-test* dan *post-test*.

1. Metode Observasi

Observasi berfungsi sebagai alat pengumpul data yang dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan informasi variabel-variabel yang akan diselidiki. Pada penelitian ini, observasi dilakukan untuk menginventaris media pembelajaran yang digunakan di sekolah, seperti ketersediaan media dan sumber belajar di SMA Negeri 1 Pringsewu.

2. Metode Angket

Data pada penelitian pengembangan ini diperoleh menggunakan instrumen angket yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan siswa dalam menggunakan media pembelajaran pada materi fisika. Angket diberikan kepada siswa SMA Negeri 1 Pringsewu untuk mengetahui metode pembelajaran yang digunakan guru serta media pembelajaran fisika. Selain itu, pada penelitian pengembangan ini juga digunakan wawancara terhadap guru untuk mengetahui metode pembelajaran serta model pembelajaran yang sering digunakan. Instrumen angket uji ahli digunakan untuk mengumpulkan data terkait kelayakan produk, berdasarkan kesesuaian media dan isi materi pada produk yang telah dikembangkan. Instrumen

angket respon pengguna digunakan untuk mengumpulkan data
kemenarikan, kemudahan, dan kemanfaatan.

3. Metode wawancara

Wawancara yang dilakukan merupakan wawancara tidak terstruktur atau terbuka, dimana peneliti berusaha mendapatkan informasi awal tentang berbagai permasalahan yang ada pada obyek, sehingga peneliti dapat menentukan secara tepat permasalahan atau variabel apa yang akan diteliti.

4. Metode Tes Khusus

Metode tes khusus untuk mengetahui tingkat keefektifan suatu produk sebagai media pembelajaran. Pada penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimen *before-after*, pada desain ini subjek diberikan perlakuan tertentu. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap variabel dengan memberikan *pre-test* dan *post-test*. Selanjutnya hasil *pre-test* dan *post-test* dibandingkan dengan metode *N-Gain*. Hal ini dilakukan pada tahap uji coba produk. Gambar desain yang digunakan dalam Sugiyono (2008: 303) dapat dilihat pada Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Skema Desain Penelitian eksperimen *Before-After* milik

Sugiyono (2008: 303)

Keterangan: $X = Treatment$, penggunaan media interaktif

$O_1 = Hasil\ pre-test$

$O_2 = Hasil\ post-test$

D. Teknik Analisis Data

Data hasil analisis kebutuhan yang diperoleh dari guru dan siswa digunakan untuk menyusun latar belakang dan mengetahui tingkat keterbutuhan pengembangan.

Instrumen uji ahli produk *e-book* digunakan untuk mengevaluasi kelengkapan produk *e-book*, kebenaran isi *e-book*, sistematika isi *e-book*, dan berbagai hal berkaitan dengan perangkat pembelajaran; instrumen uji desain digunakan untuk mengetahui kemenarikan dan efektivitas visual siswa atau pengguna media pembelajaran berupa video dan modul; instrumen angket respon pengguna digunakan untuk mengumpulkan data terkait kriteria kemenarikan, kemanfaatan dan kemudahan. Data tes digunakan untuk mengetahui tingkat keefektifan produk.

Analisis data yang dilakukan berdasarkan instrumen uji validasi ahli dan uji lapangan ini, bertujuan untuk menilai apakah produk yang dihasilkan sudah sesuai atau tidak sebagai salah satu media pembelajaran. Pada instrumen angket penilaian uji validasi ahli memiliki dua pilihan jawaban yang disesuaikan dengan konten pertanyaan. Instrumen penilaian kesesuaian materi pembelajaran dan desain pada produk memiliki dua pilihan jawaban, “Ya” dan “Tidak”. Yang menyatakan kelayakan produk menurut ahli.

Data kemenarikan produk *e-book* diperoleh dari siswa pada tahap uji lapangan. Instrumen angket terhadap penggunaan produk memiliki empat pilihan jawaban yang disesuaikan dengan konten pertanyaan, yaitu: “sangat menarik”, ”menarik”, ”cukup menarik”, dan “tidak menarik”. Instrumen angket digunakan untuk memperoleh data kemudahan produk memiliki empat pilihan jawaban, yaitu: “sangat mempermudah”, ”mempermudah”, ”cukup mempermudah”, dan tidak mempermudah”. Instrumen angket manfaat produk juga memiliki empat pilihan jawaban, yaitu: “sangat bermanfaat”, ”bermanfaat”, ”cukup bermanfaat”, dan “tidak bermanfaat”. Masing-masing pilihan jawaban memiliki skor yang berbeda. Penilaian instrumen total dilakukan dengan caramembagi jumlah skor yang diperoleh dengan jumlah total skor tertinggi kemudian dikali dengan banyaknya pilihan jawaban. Skor penilaian tiap pilihan jawaban ini dapat dilihat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skor Penilaian terhadap Pilihan Jawaban.

Uji Kemenarikan	Uji Kemudahan	Uji Kemanfaatan	Skor
Sangat Menarik	Sangat Mempermudah	Sangat Bermanfaat	4
Menarik	Mempermudah	Bermanfaat	3
Cukup Menarik	Cukup Mempermudah	Cukup Bermanfaat	2
Tidak Menarik	Tidak Mempermudah	Tidak Bermanfaat	1

Sumber: Suyanto (2009: 227)

Instrumen yang digunakan memiliki 4 pilihan jawaban, sehingga penilaian total dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\text{Skor Penilaian} = \frac{\text{Jumlah skor pada instrumen}}{\text{Jumlah nilai total skor tertinggi}} \times 4$$

Hasil penilaian tersebut kemudian dicari rata-ratanya dari sejumlah subjek sampel uji coba dan dikonversikan ke pernyataan penilaian kualitas. Hasil konversi ini diperoleh dengan melakukan analisis secara deskriptif terhadap skor penilaian yang diperoleh. Pengkonversian skor menjadi pernyataan penilaian ini dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Konversi Skor Penilaian Menjadi Pernyataan Nilai Kualitas

Skor Penilaian	Pernyataan Penilaian Kemenarikan	Pernyataan Penilaian Kualitas
3,26 - 4,00	Sangat menarik	Sangat baik
2,51 - 3,25	Menarik	Baik
1,76 - 2,50	Kurang menarik	Kurang baik
1,01 - 1,75	Tidak menarik	Tidak baik

(Suyanto, 2009: 327)

Analisis hasil *pre-test* dan *post-test* untuk menguji keefektifitasan produk digunakan skor *N-Gain*. Skor *N-Gain*. Untuk mendapatkan *N-gain score* digunakan formula Hake sebagai berikut.

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_M - S_{pre}}$$

Keterangan :

g = skor *N-gain*

S_{post} = Nilai *post-test*

S_{pre} = Nilai *pre-test*

S_M = Skor Maksimum

Kriteria :

Tinggi = $0,7 < N-gain < 1,0$

Sedang = $0,3 < N-gain < 0,7$

Rendah = $N-gain < 0,3$

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan di atas, simpulan pada penelitian ini

1. Dihasilkan buku elektronik interaktif fisika kuantum kelas XII SMA dengan menggunakan *software 3D Pageflip* yang memiliki konten berupa teks, gambar, video, animasi, simulasi dan latihan soal
2. Berdasarkan uji kualitas, produk pengembangan mendapat nilai kemenarikan 3,12 , kemudahan 3,01 dan manfaat 3,06 yang menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan menarik, mudah, dan bermanfaat bagi peserta didik.
3. Berdasarkan uji efektifitas, diperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,37 yang berarti memiliki pengaruh sedang pada hasil belajar peserta didik XII MIA 1 SMA Negeri 1 Pringsewu.

B. SARAN

Saran dari penelitian dan pengembangan ini adalah:

1. Penelitian sejenis selanjutnya diharapkan dapat melengkapi buku elektronik dengan penuntun praktikum dan LKPD elektronik yang

terintegrasi dengan perangkat pemrosesan data sehingga lebih memudahkan peserta didik.

2. Melakukan penelitian yang mengembangkan buku elektronik interaktif dengan pendekatan saintifik dengan pokok bahasan yang lain.
3. Melakukan pengujian penggunaan buku elektronik interaktif yang sudah dikembangkan pada skala yang lebih besar..
4. Menggiatkan menggunakan buku elektronik sebagai media pembelajaran peserta didik sehingga pembelajaran lebih fleksibel.
5. Guru dan peneliti lain dapat memaksimalkan penggunaan *e-book* ini dengan membuat LKPD *handout* yang menunjang *e-book* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Dian. 2017. Studi Perbandingan Hasil Belajar Fisika Antara Penggunaan Gambar Bergerak Dengan Gambar Statis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol. 5(1), 83-95.
- Bowo, Doni, Nugroho dan Heru Kusnanto. 2015. Pengembangan *Website* Berbasis *Responsive Web Design* (Rwd) Sebagai Multimedia Pembelajaran Interaktif Fisika Untuk Materi Pokok Konsep Dan Fenomena Kuantum Tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA). *Jurnal Pendidikan Fisika UNY*. Vol 4(4), 1-12.
- Eskawati, Siti Yuli dan I Gusti Made Sanjaya. *September 2012*. Pengembangan E-Book Interaktif Pada Materi Sifat Koligatif Sebagai Sumber Belajar Siswa Kelas XII IPA. *Unesa Journal of Chemistry Education*. Vol 1(2), 46-53.
- Gunawan, Agus Setiawan dan Dwi H. Widyantoro. 2013. Model Virtual Laboratory Fisika Modern Untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Calon Guru. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*. Vol 20(1), 25-32.
- Hidayat, arif. 2010. Pengembangan Aplikasi Mobile Learning (M-Learning) Menggunakan Teknologi Web Mobile. *Jurnal Sistem Informatika*. Vol 1(1), 1-8.
- Kanginan, Marthen. 2013. *Fisika 3 untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Mustakim, Zaenal. 2015. *Pengembangan E-Book Interaktif Pada Materi Pokok Elektrokimia Kelas XII SMA*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Nurmayanti, Fitri, Fauzi Bakri dan Esmar Budi. 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*. Bandung.
- Paramita, Putu Intan, Nyoman Sugihartini, I gede Mahendra Darmawiguna dan Made Agus Wirawan. 2015. Pengembangan E-Modul Berbasis Scientific Pada Mata Pelajaran Teknik Animasi 2 Dimensi Kelas XI Multimedia Di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Karmapati*. Vol 4(5), 1-9.

- Parulian, H.G. dan M. Situmorang. 2013. Inovasi Pembelajaran Di Dalam Buku Ajar Kimia Sma Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Penelitian Bidang Penelitian*. Vol 19(1), 67-78.
- Patri, Sonya Fiskha. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Multimedia Untuk Model Pembelajaran Berbasis Masalah Menggunakan 3d Pageflip Professional Pada Materi Geometri Kelas X Sma N 5 Kota Jambi*. Jambi: Universitas Jambi.
- Permana, Ruhayat Rizki, Supriyadi, A. Handjoko Permana, Ghina Afifa Ishak, Widyanirmala, Nur Azizah, Aditya Nugraha. 2014. Pengembangan Aplikasi Android Untuk Pembelajaran *Mobile Learning* Pada Pokok Bahasan Alat-Alat Optik. *Prosiding Fisika UNJ 2014*. PF-27 hal. 108-114.
- Rakhmawati, Lusia dan Ana Puspitasari. 2013. Pengembangan *E-Book* Interaktif Pada Mata Kuliah Elektronika Digital. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Unesa²⁾*. Vol 20(2), 537-543.
- Rozy, Adam Fatchur dan Yuda Anggana A. 2016. Pengembangan Media Pembelajaran Elektronika Berbasis *3d Pageflip* pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Di Smk Negeri 1 Kediri. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Unesa*. Vol 6 (1) :1-7.
- Rusman, Deni Kurniawan, dan Cepi Rivana. 2011. *Pembelajaran Berbasis Teknologi dan Informasi*. Jakarta:PT Raja Grafindo Persada.
- Salsabila, Rizki Prima Elisa Galuh. 2013. Pengembangan Modul Elektronika Fisika Sebagai Media Instruksional Pokok Bahasan Hukum Newton Pada Pembelajaran Fisika Di SMA. Jember: Universitas Jember.
- Saarab, Muhamed, Laila Elgamel dan Hamza Aldabbas. 2012. Mobile Learning (M-Learning) and Education Evironments. *International Journal of Distributed and Parralel Systems(IJDPS)*. Vol 3(4), 31-38.
- Setiawan, Agus, 2015. Pengembangan Simulasi Praktikum Pada Pembelajaran Fisika Materi Efek Fotolistrik dengan Pendekatan Inkuiri. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol 4(1), 47-56.
- Slavin, Robert E. 2008. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Indeks.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung:Alfabeta.
- Sukirman. 2012. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: PT Pustaka Madani Insani.

- Sunantri, Asep. 2016. Pengembangan Modul Pembelajaran Menggunakan *Learning Content Development System* Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol. 4 (1), 107-117.
- Supardi U.S., dkk. 2012. Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar. *Jurnal Formatif*. Vol.2(1), 71-81.
- Suradnya, Luh Sri Asmarani. 2016. Modul Interaktif dengan Program LCDS Untuk Materi Cahaya dan Optik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol.4 (2), 35-46.
- Suryani, Wihdati dan Sukarmin. *September 2012*. Pengembangan E-Book Interaktif pada Materi Pokok Elektrokimia Kelas XII SMA. *Unesa Journal Chemical Education*. Vol 1(2), 54-62.
- Suyanto, Eko dan Sartinem. 2009. Pengembangan Contoh Lembar Kerja Fisika Siswa dengan Latar Penuntasan Bekal Awal Ajar Tugas Studi Pustaka dan Ketrampilan Proses di SMA Negeri 3 Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan 2009*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Tamimuddin, Muh. 2010. Mengenal *Mobile Learning (M Learning)*. https://mtamim.files.wordpress.com/2008/12/mlearn_tamim.pdf. Diakses pada 14 Oktober 2016.
- The *PhET* Team. 2015. *PhET (Intective Simulations)*. <http://PhET.colorado.edu/in/>. Diakses 20 Januari 2017.
- The *3D pageflip Team*. 2010. *3D pageflip profesional*. <http://3dpageflip.com>. Diakses pada 7 November 2016.
- Triyono, Moch. Brury, RatnaWardani, Didik Hariyanto dan Ahmad Subhan. 2012. *Laporan Program Penyusunan Naskah Kajian: Pengembangan Interaktif E-Book dari Sisi Pedagogik, Teknologi Perangkat Lunak Serta Media yang Digunakan*. Yogyakarta: Ditjen Dikmen Kemendikbud.
- Widiartanto, Hado S. 2016. 2016, Pengguna Internet Di Indonesia Capai 132 Juta. <http://tekno.kompas.com/read/2016/10/24/15064727/2016.pengguna.internet.di.indonesia.capai.132.juta>. Diakses pada 27 Oktober 2016 pukul 12.31 WIB.
- Wulandari, Sari Retno. 2016. Modul Interaktif dengan *Learning Content Development System* Materi Pokok Listrik Statis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol.4 (2), 23-34.
- Yaz, M. Ali. 2008. *Fisika SMA Kelas XII*. Jakarta:Quadra,