

**PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF RADIASI  
ELEKTROMAGNETIK BERBASIS LCDS UNTUK  
BELAJAR MANDIRI DAN MENUMBUHKAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

**(TESIS)**

**Oleh  
DESIH AMBARWATI**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF RADIASI ELEKTROMAGNETIK BERBASIS LCDS UNTUK BELAJAR MANDIRI DAN MENUMBUHKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

**Oleh**

**DESIH AMBARWATI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik yang dapat digunakan untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Metode Penelitian ini menggunakan desain research and development (R&D) model ADDIE menurut Molenda yang terdiri atas 5 tahap, yaitu: *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Tahap yang pertama yaitu *analysis*, dilakukan untuk mengumpulkan informasi. Selanjutnya tahap *design*, yang bertujuan merancang perangkat pembelajaran dan produk. Tahap selanjutnya *development*, yaitu mengembangkan produk berupa buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik. Kelayakan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik dinilai berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas. Hasil validasi dari aspek materi mendapat skor 3,3 dengan kriteria sangat valid dan aspek desain mendapat skor 3,4 dengan kriteria sangat valid. Tahap selanjutnya yaitu *implementation*, dilakukan untuk mengetahui kepraktisan dan efektivitas produk.

Data kepraktisan diperoleh menggunakan kuesioner dan lembar observasi, dan data keefektifan diperoleh melalui instrumen tes berpikir kritis. Kepraktisan produk dari aspek keterlaksanaan pembelajaran mendapat skor 3,3 dengan kriteria sangat baik. Data ini didukung oleh respon positif siswa terhadap penggunaan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik. Penelitian menunjukkan bahwa buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik efektif untuk belajar mandiri, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, secara signifikan pada taraf kepercayaan 95%, dengan *n-gain* di kelas eksperimen  $\langle g \rangle = 0,76$  lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol  $\langle g \rangle = 0,55$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, produk yang dikembangkan yakni buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik telah efektif untuk belajar mandiri, dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.

**Kata kunci:** belajar mandiri, berpikir kritis, buku elektronik, interaktif, elektromagnetik.

## **ABSTRACT**

### **THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE ELECTRONIC BOOK BASED ON LCDS TO GENERATE SELF-STUDY AND INCREASING STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS IN ELECTROMAGNETIC RADIATION TOPIC**

**Oleh**

**DESIH AMBARWATI**

The purpose of this research is to develop interactive electronic books on electromagnetic radiation topic for self-study and increasing students' critical thinking skills. The research method was based on the design of research and development (R&D) model of ADDIE according to Molenda which consisted of five stages, namely: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The first stage of analysis, is collecting information. Furthermore, design stage was design learning material and products. The development stage, is developing of electronic books. Feasibility of the product were assessed based on validity, practicality, and effectivity aspects. The score of content validity is 3,3 categorized very valid, and construct validity score is 3,4 categorized very valid. Practicality data were obtained through questionnaires and observation sheets, and effectivity data were obtained through critical thinking test. The score of practicality in aspect of learning implementation the score of 3,3 with very good

criteria. The result also supported by positive responses of the students using electronic books. Result show that the interactive electronic books was effective to generate self-study and increasing students' critical thinking skills, significantly on the level of 95%, with N-gain in the experimental class  $\langle g \rangle = 0,76$  higher than control class  $\langle g \rangle = 0.55$ . Based on the product was data analyzed has been effective to generate self-study and increasing students critical thinking skills.

**Key words:** self-study, critical thinking, electronic books, interactive, electromagnetic

**PENGEMBANGAN BUKU ELEKTRONIK INTERAKTIF RADIASI  
ELEKTROMAGNETIK BERBASIS LCDS UNTUK  
BELAJAR MANDIRI DAN MENUMBUHKAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

**Oleh**

**Desih Ambarwati**

**Tesis**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
MAGISTER PENDIDIKAN**

**Pada**

**Program Pascasarjana Magister Pendidikan Fisika  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Tesis : **Pengembangan Buku Elektronik Interaktif  
Radiasi Elektromagnetik Berbasis LCDS  
untuk Belajar Mandiri dan Menumbuhkan  
Kemampuan Berpikir Kritis Siswa**

Nama Mahasiswa : **Desih Ambarwati**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1623022009**

Program Studi : **Magister 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

**Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.**  
NIP 19600315 198703 1 003

**2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

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

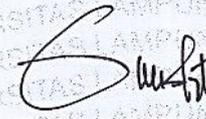
**3. Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan Fisika**

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

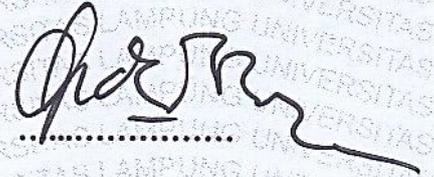
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

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



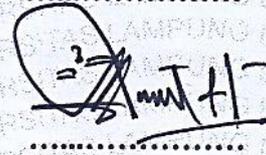
**Sekretaris : Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : I. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



**II. Dr. Kartini Herlina, M.Si.**

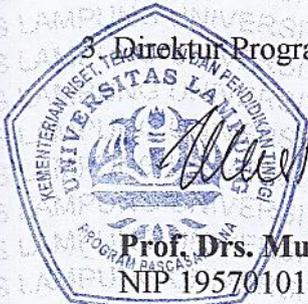


**2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**Dr. Muhammad Fuad, M.Hum.**  
NIP. 19560722 198603 1 003

**3. Direktur Program Pascasarjana**



**Prof. Drs. Mustofa, MA., Ph.D.**  
NIP. 19570101 198403 1 020

**Tanggal Lulus Ujian Tesis : 26 Juli 2018**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desih Ambarwati

NPM : 1623022009

Fakultas / Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Alamat : Negeri Katon, Kec. Marga Tiga, Kab. Lampung Timur

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

Bandarlampung, Juli 2018



**Desih Ambarwati**  
NPM. 1623022009

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Sekampung, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 29 Desember 1993, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sartono dan Ibu Sami Asih.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK PGRI Tanjung Harapan tahun 1998 sampai dengan tahun 2000, selanjutnya di SD Negeri 2 Hargomulyo pada tahun 2000 sampai dengan tahun 2006, melanjutkan di SMP Negeri 2 Sekampung Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2006 sampai tahun 2009, dan masuk SMA Negeri 1 Metro Kota Metro pada tahun 2009 dan diselesaikan pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur Tes Tertulis Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN), dan diselesaikan pada tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis diterima di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

## **MOTTO**

*"Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan"*

*(Q.S. Al-Insyirah : 5-6)*

*"Selalu optimis, cari jalan keluar, bersabar dan tersenyumlah dalam menghadapi masalah kehidupan"*

*(Desih Ambarwati)*

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat-Nya.

Dengan kerendahan hati, kupersembahkan lembaran-lembaran ini kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta Sami Asih dan Sartono, yang telah membesarkanku dengan penuh kesabaran dan kasih sayang. Beliau yang tak pernah berhenti mendoakanku, menaruh harapan, memberikan kepercayaan dan senyuman yang menjadi penyemangatku, keringat dan air mata yang tidak pernah pudar, demi keberhasilan dan kebahagiaan penulis.
2. Kakek dan Nenek tercinta, dengan penuh kesabaran, senantiasa memberikan semangat dan dorongan untuk keberhasilan penulis.
3. Adikku tersayang Amanda Surya Widiati yang selalu memberikan semangat penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Teman setiaku, Andrianto yang selalu menemaniku, baik saat susah maupun senang, bertukar pendapat, serta menjadi motivator sejatiku dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Semua Sahabat yang begitu tulus menyayangiku dengan segala kekurangan yang kumiliki, dari kalian aku belajar memahami arti hidup ini.
6. Para pendidik yang kuhormati.
7. Almamater tercinta Universitas Lampung.

## SANWACANA

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT, atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Drs. Mustofa, MA., Ph.D. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Muhammad Fuad, M.Hum., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Caswita, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
5. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika sekaligus selaku Pembimbing Akademik, dan Pembimbing I yang telah memotivasi, membimbing, dan mengarahkan penulis selama penulisan tesis.
6. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah memotivasi, membimbing, dan mengarahkan penulis selama penulisan tesis.

7. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Pembahas I sekaligus Validator I yang banyak memberikan kritik serta masukan yang bersifat positif dan konstruktif.
8. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembahas II sekaligus validator II yang telah memberikan saran dan masukan.
9. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku validator III yang telah memberikan saran dan masukan.
10. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Magister Pendidikan Universitas Lampung.
11. Dewan guru serta siswa-siswi SMAN 9 Bandarlampung, SMAN 1 Sekampung, dan SMA Muhammadiyah 1 Purbolinggo Lampung Timur atas bantuan dan kerjasamanya.
12. Sahabatku, Ayu Septiana S.Pd. selaku guru di SMA Muhammadiyah 1 Purbolinggo Lampung Timur yang sangat membantu dalam menyelesaikan penulisan tesis.
13. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan Fisika 2016 Angkatan ketiga, serta kakak dan adik tingkat di Program Studi Magister Pendidikan Fisika atas bantuan dan kerjasamanya.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis berdoa semoga semua amal dan bantuan yang telah diberikan mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung,

Penulis

**Desih Ambarwati**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>MENYETUJUI</b> .....	<b>viii</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>x</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>xi</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>

### **I. PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	7
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	8

### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

A. Deskripsi dan Permasalahan Pembelajaran Radiasi Elektromagnetik	10
B. Buku Elektronik ( <i>E-Book</i> ) Interaktif .....	12
C. Belajar Mandiri .....	15
D. <i>Learning Content Development System (LCDS)</i> .....	17
E. Kemampuan Berpikir Kritis .....	19
F. Desain Produk .....	22
G. Penelitian yang Relevan .....	25
H. Kerangka Pemikiran .....	28

### III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian .....	31
1. <i>Analysis</i> .....	31
2. <i>Design</i> .....	32
3. <i>Development</i> .....	34
4. <i>Implementation</i> .....	34
5. <i>Evaluation</i> .....	36
B. Instrumen Angket, Lembar Observasi, Instrumen Tes .....	37
C. Teknik Analisis Instrumen .....	40
D. Teknik Pengumpulan Data .....	42
E. Teknik Analisis Data .....	44

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Pengembangan .....	54
1. <i>Analysis</i> .....	54
2. <i>Design</i> .....	55
3. <i>Development</i> .....	61
4. <i>Implementation</i> .....	73
5. <i>Evaluation</i> .....	85
B. Pembahasan.....	86
1. Sistematika Buku Elektronik Interaktif Radiasi Elektromagnetik ....	86
2. Validitas Buku Elektronik Interaktif Radiasi Elektromagnetik.....	88
3. Kepraktisan Buku Elektronik Interaktif untuk Belajar Mandiri.....	91
4. Keefektifan Buku Elektronik Interaktif Radiasi Elektromagnetik .....	97

### V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan .....	106
B. Saran.....	107

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Desain Produk Pengembangan Buku Elektronik Interaktif .....	23
2. Kerangka Pemikiran Penelitian Pengembangan .....	30
3. Diagram Alur Tahapan Penelitian dan Pengembangan .....	37
4. Bagan Materi Radiasi Elektromagnetik .....	59
5. Desain Buku Elektronik Interaktif Radiasi Elektromagnetik .....	59
6. Desain Buku Elektronik Interaktif Radiasi Elektromagnetik untuk Belajar Mandiri dan Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	60
7. Tampilan Cover Buku Elektronik Interaktif .....	62
8. Tampilan Petunjuk Penggunaan dan Petunjuk Belajar Buku Elektronik Interaktif .....	62
9. Pengantar Materi Buku Elektronik Interaktif.....	63
10. Tampilan Animasi Gelombang Elektromagnetik .....	63
11. Tampilan Rangkuman Buku Elektronik Interaktif.....	64
12. Tampilan Kuis Interaktif Buku Elektronik Interaktif .....	64
13. Tampilan Daftar Pustaka Buku Elektronik Interaktif .....	65
14. Diagram Hasil Uji Validasi Ahli.....	67
15. Diagram Kelayakan Buku Elektronik Interaktif Hasil Uji Validasi Ahli Secara Keseluruhan .....	67
16. Diagram Hasil Uji Satu Lawan Satu .....	70
17. Diagram Hasil Uji Satu Lawan Satu Secara Keseluruhan .....	71
18. Diagram Keterlaksanaan Buku Elektronik Interaktif.....	75
19. Diagram Respons Siswa Terhadap Buku Elektronik Interaktif .....	76
20. Diagram Perhitungan Nilai N-gain Indikator Berpikir Kritis .....	98

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator dan Sub Indikator Kemampuan Berpikir Kritis .....	20
2. Penelitian yang Relevan .....	26
3. Desain Eksperimen <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i> .....	35
4. Kriteria Penilaian Pilihan Jawaban .....	40
5. Interpretasi Reliabilitas.....	42
6. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis yang ditinjau .....	44
7. Kriteria Penilaian Pilihan Jawaban .....	46
8. Konversi Skor Menjadi Pernyataan Penilaian .....	46
9. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan.....	47
10. Kriteria Interpretasi <i>N-gain</i> .....	50
11. Interpretasi <i>Effect Size</i> .....	53
12. Analisis Kurikulum .....	56
13. Hasil Penilaian Uji Validasi Ahli .....	66
14. Hasil Rekomendasi Perbaikan Uji Validasi Ahli .....	68
15. Hasil Penilaian Uji Satu Lawan Satu.....	70
16. Nilai Koefisien Korelasi Hasil Uji Validitas .....	72
17. Nilai <i>Cronbach's Alpha</i> Hasil Uji Reliabilitas .....	72
18. Hasil Uji Keterlaksanaan Pembelajaran Terhadap Produk .....	75
19. Hasil Respons Siswa Terhadap Buku Elektronik Interaktif .....	76
20. Hasil Uji Normalitas Tahap Uji Buku Elektronik Interaktif .....	77
21. Hasil Uji Homogenitas <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Antara kelas Eksperimen dengan Kelas Kontrol .....	78
22. Hasil Rerata Nilai Hasil Uji <i>N-gain</i> .....	79
23. Hasil Uji <i>paired sample t-test</i> Nilai Antara <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....	79
24. Hasil Uji <i>independet sample t-test</i> Nilai Antara Kelas Eksperimen dengan Kelas Kontrol .....	80
25. Hasil Uji Belajar Mandiri .....	81
26. Hasil Rekapitulasi Hasil Penilaian Berpikir Kritis Kelas Kontrol .....	82
27. Hasil Rekapitulasi Hasil Penilaian Berpikir Kritis Kelas Eksperimen .....	83
28. Hasil <i>Output Mean</i> dan <i>Std. Deviation</i> .....	85
29. Hasil Uji <i>Effect Size</i> .....	85

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Kisi-Kisi Angket Analisis Kebutuhan Guru .....	118
2 Kisi-Kisi Angket Analisis Kebutuhan Siswa .....	120
3 Angket Analisis Kebutuhan Guru .....	122
4 Angket Analisis Kebutuhan Siswa .....	129
5 Hasil Analisis Kebutuhan Guru .....	136
6 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa .....	143
7 Uji Komponen Ahli .....	151
8 Silabus .....	161
9 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) .....	164
10 Hasil Uji Komponen Ahli .....	180
11 Rancangan Desain ( <i>Storyboard</i> ) .....	182
12 Kisi-Kisi Instrumen Uji Ahli Materi .....	203
13 Instrumen Uji Ahli Materi .....	207
14 Kisi-Kisi Instrumen Uji Ahli Desain .....	216
15 Instrumen Uji Ahli Desain .....	220
16 Kisi-Kisi Instrumen Uji Satu Lawan Satu .....	229
17 Instrumen Uji Satu Lawan Satu .....	231
18 Kisi-Kisi Instrumen Keterlaksanaan Produk .....	233
19 Instrumen Keterlaksanaan Produk .....	234
20 Kisi-Kisi Instrumen Respon Siswa .....	237
21 Instrumen Respon Siswa .....	243
22 Kisi-Kisi Instrumen Uji Efektifitas .....	246
23 Instrumen Uji Efektifitas .....	252
24 Kunci Jawaban Uji Efektifitas .....	259
25 Rancangan Produk untuk Belajar Mandiri .....	261
26 Rubrik Instrumen .....	263
27 Hasil Analisis Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes .....	265
28 Hasil Uji Validasi Ahli .....	269
29 Hasil Uji Satu Lawan Satu .....	276
30 Hasil Keterlaksanaan Produk .....	279
31 Hasil Respon Siswa .....	282
32 Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas .....	289
33 Hasil Uji N-gain Produk .....	291
34 Hasil <i>paired sample t-test</i> dan <i>independent sample t-test</i> .....	293
35 Hasil Uji Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	295

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Permendikbud No. 65 tahun 2013 mengamanatkan bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan harus diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Salah satu ciri proses pembelajaran berdasarkan permendikbud No. 65 tahun 2013, yaitu pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi, dan efektivitas pembelajaran yang terwujud melalui generasi yang memiliki kemampuan berfikir yang baik. Kemampuan tersebut dapat diperoleh dan dikembangkan melalui proses pendidikan dan pembelajaran sains.

Pembelajaran sains memiliki peran penting dalam mempersiapkan siswa untuk mampu berpikir kritis, kreatif, logis dan inisiatif. Hal ini sejalan dengan tujuan dari kurikulum 2013, yaitu untuk mendorong siswa mampu lebih baik dalam melakukan observasi, bertanya, bernalar, dan mengkomunikasikan apa yang mereka peroleh atau mereka ketahui setelah menerima materi pembelajaran. Siswa diharapkan memiliki kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang lebih baik sehingga siswa akan lebih kreatif, inovatif,

produktif dan dapat sukses dalam menghadapi berbagai persoalan dan tantangan di zamannya (Kemdikbud, 2013).

Pembelajaran sains yang efektif harus memperhatikan hakikat bagaimana siswa belajar dan hakikat materi yang diajarkan. Fisika sebagai salah satu bidang pembelajaran sains memiliki empat tujuan, antara lain: mengajarkan fakta-fakta, mengembangkan kemampuan, mengajarkan keterampilan dan mendorong sikap ilmiah. Permendikbud No. 65 tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah mengisyaratkan mengenai perlunya proses pembelajaran yang dipandu dengan kaidah-kaidah pendekatan ilmiah. Upaya penerapan pendekatan ilmiah dalam proses pembelajaran ini merupakan ciri khas dari kurikulum 2013. Fisika merupakan salah satu cabang ilmu sains yang berkaitan erat dengan fenomena-fenomena yang terjadi di alam sekitar. Pembelajaran fisika seharusnya mampu memfasilitasi siswa, untuk mengamati langsung fenomena-fenomena tersebut. Pengamatan tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan laboratorium fisika, dan juga mengamati langsung fenomena alam.

Hasil analisis kuisioner yang diberikan pada 2 guru fisika dan 87 siswa SMA di Kabupaten Lampung Timur, menunjukkan bahwa 83% siswa mengalami kesulitan dalam belajar materi fisika, dan 29% siswa mengatakan metode mengajar yang digunakan guru kurang sesuai yang menyebabkan siswa mengalami kesulitan belajar. Hasil analisis angket kebutuhan menunjukkan bahwa fasilitas yang disediakan sekolah untuk proses pembelajaran fisika antara lain alat-alat percobaan yang ada di laboratorium fisika sekolah, akan

tetapi alat- alat percobaan tersebut tidak lengkap, dan hanya sebagian yang berfungsi dengan baik. Tersedianya LCD, jaringan wifi di sekolah, dan tersedianya buku-buku fisika di perpustakaan sekolah. Namun, dengan fasilitas yang sudah disediakan, siswa masih mengalami kesulitan dalam belajar fisika. Mengingat waktu yang tersedia di kelas XII semester genap untuk belajar sangat terbatas, maka proses pembelajaran fisika di sekolah guru hanya menerangkan materi yang penting-penting saja yang akan keluar ujian, padahal materi tersebut sangat kompleks dan sangat perlu dijelaskan secara mendetail.

Kesulitan lainnya dalam membelajarkan materi radiasi elektromagnetik adalah menghadirkan pembelajaran saintifik, karena keterbatasan alat praktikum dan waktu yang dimiliki. Keterbatasan waktu dalam membahas materi ini karena materi ini berada pada kelas XII semester genap, di mana sekolah menggunakan waktu untuk persiapan Ujian Nasional (UN), serta untuk persiapan masuk perguruan tinggi. Faktanya, pada tahun pelajaran 2016/2017, kelas XII melaksanakan UN pada tanggal 3 April 2017, sehingga kelas XII hanya memiliki waktu yang sedikit untuk menuntaskan KD yang ada di semester genap. Keterbatasan waktu belajar yang dimiliki oleh siswa kelas XII pada semester genap, menyebabkan beberapa materi kelas XII pada semester genap tidak tuntas dibelajarkan.

Proses pembelajaran yang baik adalah pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan yang dibutuhkan dalam abad 21, yaitu kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, berkolaborasi, dan berkomunikasi (Wagner, 2010). Sekolah seharusnya mengajarkan dan

memberdayakan keterampilan berpikir kritis siswa, karena telah lama menjadi tujuan pokok dalam pendidikan, serta dengan memberdayakan keterampilan berpikir kritis, diyakini berpotensi besar memberdayakan manusia. Berpikir kritis merupakan kemampuan yang sangat esensial untuk kehidupan, pekerjaan, dan berfungsi efektif dalam aspek kehidupan lainnya.

Tidak semua fenomena-fenomena fisika dapat diamati secara langsung.

Beberapa fenomena fisika pada materi pokok tertentu, tidak dapat diamati secara langsung oleh siswa karena memang tinjauannya yang abstrak, salah satunya yaitu pada materi radiasi elektromagnetik. Pembelajaran selama ini, guru dalam membelajarkan fisika masih terbatas penjelasan konsep yang abstrak melalui ceramah, karena materi radiasi elektromagnetik sulit dipraktikkan secara langsung, karena untuk melakukan praktikum pada materi tersebut memerlukan alat yang canggih yang tidak tersedia di sekolah.

Proses penyampaian materi pelajaran di sekolah pada umumnya dibantu dengan buku cetak. Buku cetak yang tersedia di sekolah bersifat statis, hanya menampilkan data berupa tulisan dan gambar, sedangkan pada mata pelajaran fisika banyak mempelajari fenomena-fenomena dinamis. Banyak materi fisika yang tinjauannya abstrak, dan banyak mempelajari fenomena-fenomena dinamis, sehingga dalam pembelajarannya akan lebih baik jika menggunakan media yang dinamis, yang dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep yang abstrak, karena media dinamis dapat menampilkan suara, teks, gambar, grafik, animasi, hingga *movie* sehingga informasi yang disampaikan lebih kaya dibandingkan dengan buku cetak.

Proses pembelajaran fisika yang inovatif dapat memudahkan siswa dalam mengamati fenomena-fenomena yang sulit diamati secara langsung. Cara mengatasi kesulitan tersebut, guru dapat menggunakan bahan ajar interaktif yang bisa digunakan siswa secara mandiri. Belajar mandiri adalah cara belajar aktif dan partisipatif untuk mengembangkan diri masing-masing individu yang tidak terkait dengan kehadiran guru, dosen, pertemuan tatap muka dikelas, kehadiran teman sekolah”. Belajar mandiri merupakan belajar dalam mengembangkan diri, keterampilan dengan cara tersendiri (Yamin, 2010:115).

Berdasarkan uraian di atas diperlukan adanya bahan ajar yang interaktif, inspiratif, menyenangkan, memotivasi peserta didik dan dapat digunakan untuk mengamati fenomena-fenomena yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, tetapi tidak bisa diamati secara langsung atau dengan praktikum di laboratorium maupun mengamati fenomena alam secara langsung. Alternatif agar memudahkan siswa dalam mengamati fenomena-fenomena yang sulit diamati secara langsung ialah dengan mengamati simulasi, video, animasi, dan gambar (Wulandari, dkk., 2016).

Guna mewujudkan adanya pembelajaran fisika yang inovatif, sesuai dengan pembelajaran abad 21, dan dapat digunakan sebagai bahan belajar mandiri, serta sesuai dengan kebutuhan, penulis memberikan alternatif dengan membuat buku elektronik interaktif yang dilengkapi dengan gambar, simulasi, video, dan soal interaktif menggunakan LCDS pada materi radiasi elektromagnetik sebagai pelengkap pembelajaran agar tercipta kemampuan siswa untuk berpikir kritis, yang mampu menghubungkan ilmu dengan dunia nyata.

Pemanfaatan media elektronik dalam mengembangkan buku elektronik interaktif, tidak terlepas dari pemanfaatan berbagai macam *software* pendukung. Salah satu program yang dapat digunakan adalah LCDS (*Learning Content Development System*). LCDS merupakan salah satu program yang dimanfaatkan dalam pembuatan buku ajar interaktif, karena LCDS memungkinkan untuk semua orang dapat mengaksesnya karena LCDS merupakan *e-learning* yang gratis, memuat aktifitas interaktif, kuis, *games*, video, animasi, simulasi, dan multimedia lainnya, serta dapat diakses secara *offline* maupun *online* (Aremu & Efuwape, 2013).

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dikembangkan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dibutuhkan pengembangan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Secara spesifik rumusan masalah dalam penelitian adalah:

1. Bagaimana sistematika produk buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa?
2. Bagaimana validitas buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa?

3. Bagaimana kepraktisan buku elektronik interaktif digunakan untuk belajar secara mandiri?
4. Bagaimana keefektifan produk yang dikembangkan pada pembelajaran?

### **C. Tujuan Penelitaian**

Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah:

1. Menghasilkan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Mendeskripsikan validitas buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.
3. Mendeskripsikan kepraktisan buku elektronik interaktif digunakan untuk belajar secara mandiri.
4. Mendeskripsikan keefektifan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika.

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat, diantaranya :

1. Bagi guru
  - a. Dapat memberikan motivasi untuk meningkatkan keefektifan proses pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi berupa buku elektronik interaktif dengan program LCDS.

- b. Dapat menjadi bahan pertimbangan dalam merancang dan mengembangkan buku elektronik interaktif yang menarik pada pokok materi yang lainnya.
2. Bagi siswa
    - a. Dapat memberi alternatif pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika, seperti membantu siswa memahami materi yang tidak dapat diamati secara nyata.
    - b. Dapat menjadi salah satu media pembelajaran yang menarik untuk memahami sebuah konsep fisika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, dan membantu siswa belajar secara mandiri, serta menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang Lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan yang dimaksud adalah pembuatan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Materi yang disajikan dalam buku elektronik interaktif ini adalah materi fisika SMA/MA kelas XII semester genap yaitu pokok bahasan radiasi elektromagnetik yang disesuaikan dengan Standar Isi Kurikulum 2013.
3. Kemampuan belajar mandiri dalam pembelajaran yang dimaksud meliputi kemampuan untuk berinisiatif dalam mengatur (*regulate*), mengelola dan mengontrol proses belajarnya untuk mengatasi berbagai masalah dalam belajar dengan mempergunakan berbagai alternatif atau strategi belajar.

4. Keefektifan diukur dari tes kemampuan berpikir kritis siswa. Berpikir kritis yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa indikator seperti: interpretasi, memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), mengidentifikasi masalah, eksplorasi masalah, menganalisis, dan evaluasi (*evaluation*).
5. Kepraktisan suatu buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik dapat diamati berdasarkan keterlaksanaan proses pembelajaran, respon siswa terhadap pemanfaatan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik hasil pengembangan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Diskripsi dan Permasalahan Pembelajaran Radiasi Elektromagnetik

Materi radiasi elektromagnetik mulai diperkenalkan pada peserta didik SMA semester genap kelas XII (kurikulum 2013). Lingkup materi radiasi elektromagnetik terdiri atas konsep gelombang elektromagnetik, spektrum elektromagnetik, sumber radiasi elektromagnetik, pemanfaatan radiasi elektromagnetik, dan bahaya radiasi elektromagnetik. Paparan materi yang diajarkan pada tingkat SMA berorientasi pada ruang lingkup teori-teori radiasi elektromagnetik dengan memanfaatkan fenomena-fenomena yang ada dalam kehidupan, dan terdapat aspek aljabar dengan memanfaatkan matematika untuk menghitung cepat rambat gelombang elektromagnetik.

Radiasi elektromagnetik merupakan salah satu materi fisika yang memiliki peluang penggunaan sumber belajar berupa buku elektronik interaktif dalam proses pembelajaran. Pemuatan sumber belajar dalam buku elektronik interaktif untuk materi radiasi elektromagnetik, dapat dijelaskan secara (1) verbal tentang konsep pembentukan gelombang elektromagnetik, (2) animasi pembentukan gelombang elektromagnetik, (3) video tentang gelombang elektromagnetik, dan (4) matematik dengan menggunakan rumus matematik cepat rambat gelombang elektromagnetik. Konsep spektrum elektromagnetik

yang juga dapat dijelaskan secara (1) verbal tentang spektrum elektromagnetik, (2) gambar spektrum elektromagnetik. Konsep pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang juga dapat dijelaskan secara (1) verbal tentang pemanfaatan radiasi elektromagnetik, (2) gambar pemanfaatan radiasi elektromagnetik, (3) video pemanfaatan radiasi elektromagnetik, dan (4) simulasi pemanfaatan gelombang radio. Konsep bahaya radiasi elektromagnetik yang juga dapat dijelaskan secara (1) verbal tentang bahaya radiasi elektromagnetik, (2) gambar bahaya radiasi elektromagnetik, dan (3) video bahaya radiasi elektromagnetik.

Ada beberapa permasalahan dalam pembelajaran materi radiasi elektromagnetik, yaitu kesulitan dalam memahami konsep yang abstrak. Radiasi elektromagnetik termasuk materi yang cukup sulit untuk dipelajari, karena bersifat abstrak, dan adanya keterbatasan waktu yang digunakan untuk belajar. Materi radiasi elektromagnetik sulit dipraktikkan secara langsung, karena untuk melakukan praktikum pada materi tersebut memerlukan alat yang canggih yang tidak tersedia di sekolah, dan berbahaya apabila dilakukannya praktikum secara langsung, karena tingkat paparan gelombang elektromagnetik dari berbagai frekuensi berubah secara signifikan, sejalan dengan perkembangan teknologi yang dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan fisik manusia (Swamardika, 2009). Kesulitan lainnya, menghadirkan pembelajaran saintifik dalam membelajarkan radiasi elektromagnetik, karena keterbatasan alat praktikum dan waktu yang dimiliki. Keterbatasan waktu dalam membahas materi ini karena materi ini berada pada kelas XII semester

genap di mana sekolah menggunakan waktu untuk persiapan Ujian Nasional (UN).

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa dalam materi radiasi elektromagnetik memiliki materi yang abstrak, memerlukan alat praktikum yang canggih, dan keterbatasan waktu belajar yang dimiliki siswa sehingga siswa sulit memahami materi yang ada dalam materi tersebut, sehingga diperlukan sumber belajar yang dapat menjelaskan materi yang abstrak tersebut. Radiasi elektromagnetik merupakan salah satu materi fisika yang memiliki peluang penggunaan sumber belajar berupa buku elektronik interaktif dalam proses pembelajaran.

#### **B. Buku Elektronik (*E-Book*) Interaktif**

Seiring dengan perkembangan peralatan teknologi saat ini. Pengadaan buku sebagai sumber belajar tidak hanya sebatas buku yang berbentuk cetak tetapi juga sudah ada buku dalam bentuk digital yang dikenal dengan buku elektronik atau *electronic book (e-book)* (Darlen, et. al., 2015).

Buku elektronik atau yang lebih sering dikenal dengan *e-book* menurut Najihah dan Sanjaya (2014), adalah buku yang diprogramkan ke dalam komputer. *E-book* mengalami perkembangan menjadi *e-book* interaktif yakni buku dalam format digital yang didalamnya terdapat perpaduan antara teks, gambar, suara, dan video dimana penggunaannya berbantuan komputer atau media lain yang mendukung. *E-book* interaktif dapat dijadikan sebagai sumber belajar bagi siswa untuk meningkatkan motivasi siswa dan memberikan hasil

belajar yang lebih baik. *E-book* interaktif dapat dijadikan sebagai sumber belajar bagi siswa untuk meningkatkan motivasi siswa dan memberikan hasil belajar yang lebih baik

Buku elektronik menurut Moody (2010) merupakan bentuk elektronik dari sebuah buku dengan fitur yang serupa dengan buku cetak termasuk halaman yang dapat membantu pembaca seperti pengucapan kata, penyorotan teks, dan *hypermedia* (misalnya, video, animasi, dan suara). Buku elektronik menurut Tosun (2014), adalah buku elektronik yang terkait dengan elektronik berformat digital yang dapat ditampilkan, diakses, dipublikasikan di komputer yang dirancang khusus. Buku Sekolah Elektronik (BSE) menurut Eskawati & Sanjaya (2012), adalah buku dalam format elektronik yang berisi informasi yang bisa berupa teks atau gambar, serta dapat menampilkan ilustrasi multimedia seperti animasi, video, dan gambar.

Berdasarkan kutipan di atas, buku elektronik merupakan buku dalam format elektronik berisikan informasi yang dapat berwujud teks atau gambar, keunggulan buku elektronik yang lain adalah dapat menampilkan ilustrasi multimedia, misalnya animasi. Buku elektronik dapat digunakan sebagai sumber belajar. Buku elektronik memiliki format penyajian yang runtut, baik bahasanya, tinggi kadar keilmuannya, dan luas pembahasannya.

Keuntungan dan manfaat menulis, membuat dan mempublikasikan *e-book* menurut Haris (2011) di antaranya adalah: ukuran fisik kecil, mudah dibawa, tidak lapuk, mudah diproses, dapat dibaca oleh orang yang tidak mampu/tidak

bisa membaca, mudah digandakan, mudah dalam pendistribusian, interaktif, kecepatan publikasi, dan mendukung penghijauan.

Proses pembelajaran menurut Sungkono (2005), bahwa dalam proses pembelajaran interaktif terjadi beberapa bentuk komunikasi, yaitu komunikasi satu arah (*one ways communication*), dua arah (*two ways communication*), dan banyak arah (*multi ways communication*) berlangsung antara guru dan peserta didik. Pengajar akan menyampaikan materi pelajaran dan peserta didik akan memberikan respon terhadap materi tersebut. Dalam pembelajaran interaktif, pengajar akan menerima umpan balik atau respon peserta didik terhadap materi yang telah disampaikan dan akan memberikan penguatan (*reinforcement*) terhadap hasil belajar yang dicapai oleh peserta didik.

*E-book* dikatakan interaktif apabila terjadi bentuk komunikasi dua arah yang berlangsung antara *e-book* dan pembaca. *E-book* yang bersifat interaktif memiliki beberapa peran penting, salah satunya meningkatkan keaktifan siswa. *E-book* interaktif berisi jaringan unit informasi digital yang terdiri atas teks, grafik, video, animasi atau suara dan soal-soal yang semuanya dikemas dalam bentuk visualisasi animasi flash yang dipadukan dalam satu program dan dilengkapi dengan warna, suara dan musik (Djan, 2003). *E-book* interaktif adalah *e-book* yang mampu menyampaikan informasi yang interaktif bagi pembacanya. *E-book* dapat ditampilkan ilustrasi multimedia, misalnya dengan animasi untuk menunjukkan poin yang ingin dibicarakan.

Proses pembuatannya, *e-book* tetap harus memenuhi syarat pembuatan buku ajar yaitu sesuai ketentuan Badan Standar Nasional Pendidikan

(BSNP). Syarat tersebut meliputi tiga kriteria, yaitu kriteria kelayakan isi, kebahasaan dan penyajian (BSNP, 2006). Pengembangan *e-book* telah banyak perubahan menjadi lebih interaktif, yang kemudian disebut *e-book* interaktif. Penggunaan media interaktif seperti *e-book* memungkinkan kegiatan pembelajaran berpusat pada siswa dan memberikan interaksi antara siswa dengan *e-book* (Zhang, et al., 2006). *E-book* juga dapat menghemat biaya bagi penulis dan penerbit, menghemat ruang dan waktu, serta mudah diakses oleh pengguna (Yalman, 2014).

*E-book* interaktif dapat berinteraksi langsung dengan buku berupa bentuk digital yang berisikan materi, gambar berwarna, animasi, simulasi, dan video. Objek yang semula ditampilkan dalam bentuk gambar diam dapat ditampilkan dalam bentuk animasi, simulasi, dan video. Tampilan objek melalui animasi dalam *e-book* interaktif secara tidak langsung sudah membantu untuk mengatasi keterbatasan waktu. Sehingga waktu yang diperlukan untuk menggambar objek di papan tulis sudah berkurang. *E-book* interaktif juga menyediakan kuis interaktif bagi siswa yang dapat digunakan siswa untuk mengukur kemampuan kognitif siswa dari materi yang telah dipelajari. Kuis interaktif berupa kumpulan-kumpulan soal pilihan ganda dan esai yang dapat diakses secara langsung oleh siswa dan hasilnya dapat langsung diketahui (Darlen, dkk., 2015).

### **C. Belajar Mandiri**

Kemampuan belajar mandiri yang dimiliki oleh pebelajar didefinisikan sebagai kemampuan untuk berinisiatif dalam mengatur (*regulate*), mengelola dan

mengontrol proses belajarnya untuk mengatasi berbagai masalah dalam belajar dengan mempergunakan berbagai alternatif atau strategi belajar. Kata kunci dari belajar mandiri adalah adanya “inisiatif” atau sikap “proaktif” dari seseorang untuk mengelola belajarnya (Darmayanti, 2008).

Belajar mandiri menurut Skinner (1996), bahwa belajar individual bukan belajar mandiri, akan tetapi sistem belajar individual merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan dan meningkatkan proses belajar mandiri peserta didik. Belajar mandiri adalah upaya individu secara otonomi untuk mencapai kemampuan akademis. Belajar mandiri adalah belajar yang dilakukan secara bebas oleh siswa baik dalam menentukan tujuan belajar, merencanakan proses belajar, strategi belajar, menggunakan sumber-sumber belajar yang dipilih, membuat keputusan akademik, dan melakukan kegiatan-kegiatan untuk tercapainya tujuan belajar (Najihah dan Sanjaya, 2014).

Belajar mandiri merupakan belajar yang dilakukan oleh siswa secara bebas menentukan tujuan belajarnya, strategi belajarnya, menggunakan sumber-sumber belajar yang dipilihnya, membuat keputusan akademik, dan melakukan kegiatan-kegiatan untuk tercapainya tujuan belajarnya (Brookfield, 1985).

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa belajar mandiri artinya belajar yang bebas menentukan arah, rencana, sumber, dan keputusan untuk mencapai tujuan akademik, belajar mandiri membutuhkan motivasi, keuletan, keseriusan, kedisiplinan, tanggung jawab, kemauan, dan keingintahuan untuk berkembang dan maju dalam pengetahuan.

#### **D. *Learning Content Development System (LCDS)***

*Learning Content Development System (LCDS)* merupakan perangkat lunak pembuatan konten pembelajaran yang berkualitas tinggi, interaktif dan dapat diakses secara *online*. LCDS memungkinkan setiap orang dalam komunitas atau organisasi tertentu untuk menerbitkan *e-learning* dengan menggunakan LCDS secara mudah dengan konten yang dapat disesuaikan, *interaktif activity*, kuis, *games*, ujian, animasi, demo, dan multimedia lainnya (Taufani & Iqbal, 2011: 4).

Microsoft menyediakan LCDS yang merupakan peralatan atau media gratis yang memungkinkan kita untuk menciptakan konten pembelajaran yang berkualitas tinggi, interaktif, dan dapat diakses secara *online*. LCDS juga memungkinkan setiap orang dalam komunitas atau organisasi tertentu dapat menerbitkan *e-learning* dengan menggunakan LCDS secara mudah dengan konten yang dapat disesuaikan, aktivitas interaktif, kuis, *game*, ujian, animasi, demo, dan multimedia lainnya (Aremu & Efuwape, 2013).

Langkah-langkah dalam membuat konten pada LCDS menurut Taufani & Iqbal (2011:4), sebagai berikut:

1. *Create*: Tahap pertama, tentunya kita membuat konten course/pelatihan. Menentukan tema, nama, struktur dan jenis pelatihan. Pada LCDS telah tersedia *template* untuk setiap topik yang memudahkan kita dalam membuat konten *e-learning* yang berkualitas.
2. *Review*: Setelah kita memilih *template* yang sesuai dengan konten pelatihan dan mengisi *template* tersebut, kita dapat mem-*preview* hasilnya.

3. *Refine*: Jika anda merasa kurang puas dengan konten maupun *template*-nya, anda dapat mengeditnya kembali dan kemudian menyimpannya.
4. *Delight*: Publikasikan pelatihan Anda dan mendistribusikannya kepada publik melalui Web.

Aplikasi LCDS yang dijelaskan oleh Taufani & Iqbal (2011:4) memiliki beberapa keuntungan, antara lain: mengembangkan dan mem-*publish* konten dengan cepat, tepat waktu dan relevan, memberikan konten *web* yang sesuai dengan SCORM 1.2 dan dapat di-*host* dalam sebuah *learning management system*, *upload* atau *publish* konten yang ada, dapat membuat *rich e-learning content* yang berbasis *Silverlight* secara mudah, mengembangkan struktur pelatihan dan dengan mudah mengatur ulang setiap saat, dan mengembangkan modul pembelajaran yang dilengkapi dengan animasi, gambar, video, dan soal interaktif.

Berdasarkan pendapat-pendapat beberapa ahli di atas, dapat diketahui bahwa aplikasi LCDS memiliki keuntungan yaitu dapat mengembangkan buku elektronik interaktif secara cepat dan relevan yang dilengkapi dengan animasi, gambar, teks, video, dan soal interaktif. Terdapat empat tahapan dalam menuliskan konten pembelajaran pada LCDS, yaitu *create*, *review*, *refine*, dan *delight*. Setelah selesai dalam mengembangkan suatu modul dengan LCDS, LCDS akan memberikan beberapa opsi dalam mempublikasikan produk yang telah dibuat. Jika hendak mempublikasikan produk pada *Learning Management System*, maka *file* yang dibuat berbentuk SCORM yang standar

dengan *Learning Management System*. Produk yang dikembangkan juga dapat disimpan dalam CD.

#### **E. Kemampuan Berpikir Kritis**

Kemampuan berpikir kritis termasuk salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir kritis secara esensial merupakan kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*). Berpikir kritis menurut Semerci (2005), merupakan sekelompok keterampilan yang membantu mencapai informasi dan melampaui kesulitan yang dihadapinya dengan mudah. Pemikiran kritis bukanlah karakteristik bawaan, bisa diajarkan, dijelaskan dan mudah diterapkan dalam proses pembelajaran. Berpikir kritis menurut Alotaibi (2013), merupakan tujuan pendidikan karena melalui keterampilan ini, siswa beralih dari belajar memikirkan apa yang mereka pelajari dan bukan yang dipikirkan orang lain.

Berpikir kritis dalam psikologi kognitif sebagai proses pemecahan masalah dalam konteks interaksi diri misalnya, bagaimana seseorang merespon situasi dengan menganalisis fakta-fakta, menghasilkan dan mengorganisasikan ide, membela pendapat, menyusun perbandingan, mengevaluasi argument, dan akhirnya mampu memecahkan masalah (Crenshaw, et. al., 2011).

Kemampuan berpikir kritis pada indikator kemampuan membuat argumen, membangun keterampilan dasar, dan membuat inferensi, hal ini menunjukkan bahwa sistematis paparan materi dalam multimedia interaktif, yang digunakan mampu memberikan kemudahan kepada siswa untuk memahami percobaan. Selain itu, animasi yang ditampilkan dan simulasi interaktif yang

harus dikerjakan oleh siswa, melalui lembar diskusi dapat melatih logika berpikir siswa, dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan fisika yang berkaitan dengan materi (Husein, dkk., 2015).

Berdasarkan definisi dari beberapa ahli dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis adalah suatu kegiatan proses pemecahan masalah dengan berpikir tingkat tinggi, dengan pemikiran yang masuk akal dan reflektif, dari hasil pengamatan, pengalaman, akal sehat atau komunikasi yang berfokus untuk memutuskan apa yang mesti dipercaya atau dilakukan, karena melalui kemampuan ini peserta didik belajar untuk berpikir tentang apa yang mereka pelajari, dan bukan apa yang orang lain pelajari.

Berpikir kritis dapat diimplementasikan dalam pembelajaran Fisika, yaitu dengan menyesuaikan indikator-indikator kemampuan berpikir kritis dengan karakter materi pelajaran Fisika. Indikator kemampuan berpikir kritis menurut Tawil dan Liliyasi (2013), seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator dan Sub Indikator Kemampuan Berpikir Kritis.

<b>Indikator (1)</b>	<b>Sub (2)</b>	<b>Teori (3)</b>
Memberikan penjelasan sederhana	Menganalisis pernyataan, mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi.	Ennis
Membangun keterampilan dasar	Menilai kredibilitas suatu sumber, meneliti, menilai hasil penelitian	
Membuat inferensi	Menyimpulkan yang terdiri atas mereduksi dan menilai deduksi, menginduksi dan menilai induksi, membuat dan	
Membuat penjelasan lebih lanjut	Mendefinisikan istilah, menilai definisi, mengidentifikasi asumsi.	
Mengatur strategi dan teknik	Memutuskan sebuah tindakan, berinteraksi dengan orang lain.	

(1)	(2)	(3)
Interpretasi	Memahami, mengekspresikan, menyampaikan signifikan, dan mengklasifikasi makna.	Facione
Analisis	Mengidentifikasi, menganalisis.	
Evaluasi	Menaksir pernyataan, representasi.	
Inferensi	Menyimpulkan, merumuskan hipotesis, mempertimbangkan.	
Penjelasan	Menjustifikasi penalaran, mempresentasikan	
Regulasi diri	Menganalisis, mengevaluasi	Garrison
Definisi masalah	Mendefinisikan batasan-batasan, akhir dan alat masalah	
Eksplorasi masalah	Pemahaman mendalam tentang situasi Masalah	
Penerapan masalah	Mengevaluasi solusi-solusi alternatif dan ide-ide baru	
Integritas masalah	Bertindak sesuai pemahaman untuk memvalidasi pengetahuan	
Analisis ( <i>analysis</i> )	Mengukur apakah seseorang dapat memahami dan menyatakan maksud atau arti dari suatu data yang bervariasi, pengalaman, dan	Philips dkk.,
Evaluasi ( <i>evaluation</i> )	Mengukur keterampilan seseorang untuk melihat informasi dan kekuatan nyata atau relasi kesimpulan, kemampuan untuk menyatakan hasil pemikiran seseorang.	
Kesimpulan ( <i>inference</i> )	Mengukur keterampilan seseorang untuk mengidentifikasi dan mengamankan informasi yang diperlukan untuk menggambarkan	
Pemikiran deduktif ( <i>deductive reasoning</i> )	Mengukur keterampilan seseorang dimulai dari hal yang bersifat umum atau premis yang dianggap benar, sampai pada kesimpulan yang bersifat khusus.	
Pemikiran induktif ( <i>inductive reasoning</i> )	Mengukur keterampilan seseorang dimulai dari premis dan aplikasi yang terkait dengan pengetahuan dan pengalaman, menjangkau kesimpulan yang umum.	

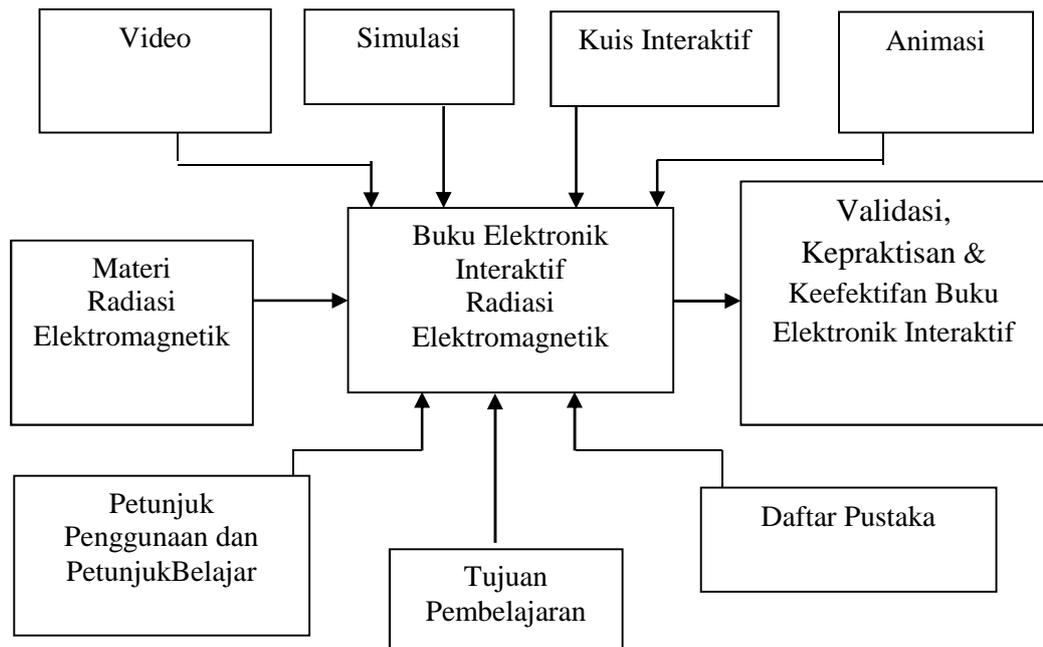
Sumber : Tawil dan Liliarsari (2013)

Berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis yang dikemukakan oleh para ahli, maka dalam pengembangan produk yang berupa buku interaktif materi Radiasi Elektromagnetik untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa, peneliti perlu menentukan indikator kemampuan berpikir kritis yang sesuai dengan produk tersebut. Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, indikator kemampuan berpikir kritis yang digunakan pada penelitian ini, terdiri atas: 1) Interpretasi: memahami dan mengekspresikan makna dari berbagai pengalaman, situasi, data, atau kejadian-kejadian, 2) Memberikan penjelasan sederhana: menganalisis pernyataan, mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi. 3) Membuat penjelasan lebih lanjut: mendefinisikan istilah, dan menilai definisi. 4) mengidentifikasi masalah. 5) eksplorasi masalah. 6) menganalisis. 7) evaluasi.

Penulis menggunakan indikator kemampuan berpikir kritis tersebut, karena lebih mudah diikuti, mudah dipahami, dan sesuai dengan produk yang akan dikembangkan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.

## **F. Desain Produk**

Berikut ini merupakan desain produk pengembangan buku elektronik interaktif menggunakan LCDS pada materi radiasi elektromagnetik seperti Gambar 1.



Gambar 1. Desain Produk Pengembangan Buku Elektronik Interaktif

Buku elektronik interaktif yang dikembangkan merupakan salah satu bahan ajar yang dibuat menggunakan program LCDS v 2.8 yang memuat materi pembelajaran radiasi elektromagnetik untuk siswa SMA/MA kelas XII IPA semester genap. Materi pembelajaran yang dimuat sesuai dengan Standar Isi Kurikulum 2013.

Konten yang akan dibuat pada buku elektronik interaktif menggunakan LCDS, yaitu:

a) *Cover*

*Cover* merupakan gambaran pembukaan buku elektronik interaktif yang memuat ilustrasi mengenai materi seperti adanya judul materi, gambar spektrum elektromagnetik, nama pengembang, nama pembimbing, dan jenjang serta tingkatan sekolah.

b) Petunjuk Penggunaan dan Petunjuk Belajar

Petunjuk penggunaan buku elektronik interaktif memuat penjelasan mengenai tata cara mengoperasikan buku elektronik interaktif. Sedangkan, petunjuk belajar memuat tata cara belajar dengan buku elektronik interaktif.

c) Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, Indikator, dan Tujuan Pembelajaran

Konten ini memuat Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), Indikator, dan Tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Adapun KD yang digunakan yaitu KD 3.6 dan 4.6 untuk fisika SMA kelas XII.

d) Materi

Materi radiasi elektromagnetik merupakan materi yang akan ditampilkan pada pembelajaran menggunakan buku elektronik interaktif berbasis LCDS.

e) Contoh Soal dan Pembahasan

Konten ini menampilkan contoh soal mengenai materi radiasi elektromagnetik yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa dari konsep yang telah dijelaskan lengkap dengan pembahasannya.

f) Video Pembelajaran, Simulasi, dan Animasi

Konten ini menampilkan video pembelajaran, simulasi, dan animasi sebagai penguatan terhadap pemahaman siswa mengenai konsep radiasi elektromagnetik. Penggunaan video pembelajaran, simulasi, dan animasi diharapkan akan menambah minat siswa dalam belajar karena tidak hanya dapat melihat teks dan gambar namun dapat pula melihat efek gerak, variasi warna ataupun suara yang tidak terdapat pada buku cetakan.

Simulasi yang termuat pada buku elektronik interaktif diantaranya simulasi dari *Phet Simulation* tentang radiasi elektromagnetik yang menggambarkan sinyal *transmitter* dan sinyal *receiver* gelombang radio yang menggambarkan grafik posisi elektron. Selain simulasi, terdapat juga konten animasi yaitu animasi yang akan termuat dalam buku elektronik interaktif yaitu animasi gelombang elektromagnetik yang menggambarkan arah medan listrik dan arah medan magnet. Terdapat juga video pembelajaran mengenai pemanfaatan, dan bahaya dari radiasi elektromagnetik.

g) Evaluasi

Konten ini memuat kuis interaktif yang menyajikan soal-soal evaluasi untuk belajar mandiri dan meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa terhadap materi radiasi elektromagnetik yang telah dipelajari. Uji kompetensi dilengkapi dengan *feedback* atas jawaban yang dipilih siswa.

h) Penutup

Konten ini terdapat menu daftar pustaka yang berisi sumber buku bacaan materi radiasi elektromagnetik yang dimuat dalam buku elektronik interaktif.

## **G. Penelitian yang Relevan**

Penelitian yang relevan dalam pembahasan ini merupakan penelitian yang telah dilakukan lebih dulu oleh peneliti lain dan memiliki pokok permasalahan penelitian yang hampir sama dengan penelitian ini. Hasil penelitian yang relevan atau berkaitan dengan penelitian ini seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian yang Relevan

No (1)	Nama (2)	Judul Penelitian (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	Wulandari dkk.,, (2016)	Modul Interaktif dengan <i>Learning Content Development System (LCDS)</i> Materi Pokok Listrik Statis	Hasil uji keefektifan modul interaktif listrik statis menunjukkan bahwa modul interaktif dinyatakan efektif digunakan sebagai media pembelajaran berdasarkan perolehan hasil belajar siswa yang mencapai nilai rata-rata 76,11 dengan persentase kelulusan sebesar 77,1 % untuk ranah kognitif, 85,7 % untuk ranah afektif dan 88,6 % untuk ranah psikomotor dari KKM (75) pada uji lapangan terhadap siswa kelas XI IPA 2 SMA Paramarta 1 Seputih Banyak Tahun Pelajaran 2015/2016.
2.	Komara dkk.,, (2017)	Pengaruh Media Pembelajaran Interaktif Model Tutorial Materi Impuls dan Momentum Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan media pembelajaran interaktif tutorial. Hal ini dapat terlihat dari rata-rata nilai N-gain pada kelas eksperimen sebesar 0,78 dengan kategori tinggi, sedangkan N-gain kelas kontrol sebesar 0,66 dengan kategori sedang. Artinya terjadi peningkatan yang baik jika dilihat dari perbedaan rata-rata N-gain kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen.
3.	Eskawati & Sanjaya (2012)	<i>The Development of Interactive E- Book on the Subject of Coligative Properties as Learning Resource for Student of Science Class XII</i>	Hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa <i>e-book</i> interaktif yang dikembangkan pada materi sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit memperoleh persentase rata- rata jawaban siswa dari tiga aspek yaitu ketepatan format <i>e- book</i> , kualitas <i>e-book</i> , dan

(1)	(2)	(3)	(4)
4.	Wahyuni (2014)	Pengembangan <i>Interactive E-Book</i> Bidang Asesmen Bahasa untuk Mengembangkan Kompetensi dan Kemandirian Mahasiswa Program Pendidikan Bahasa	ketertarikan siswa sebesar 89,11%. Hasil uji validasi produk menunjukkan sebagai berikut: menurut perancang dan multimedia pembelajaran, secara umum aspek produk penelitian yang dikembangkan sudah memadai (85%). Menurut ahli isi, secara umum isi yang terkandung dalam <i>interactive e-book</i> bidang asesmen bahasa sudah sangat memadai (94%). Validasi perorangan menunjukkan secara umum, mahasiswa sangat senang, mudah memahami, dan mudah mengoperasikan <i>e-book</i> yang dikembangkan (90%). Validasi kelas menunjukkan, <i>interactive e-book</i> yang dikembangkan dalam pembelajaran efektif digunakan dalam pembelajaran asesmen bahasa.
5.	Rosita (2017)	Pengembangan Bahan Ajar <i>E- Book</i> Interaktif Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Untuk Menumbuhkemb ngkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Validitas bahan ajar <i>e-book</i> interaktif yang dikembangkan telah memenuhi kriteria sangat valid dari segi kesesuaian isi materi, konstruk, dan penulisan desain ilmiah, sehingga layak digunakan untuk menumbuhkembangkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII.
6.	Rosida dkk.,, (2017)	Pengembangan Bahan Ajar <i>E- Book</i> Interaktif Untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Materi Dampak Pencemaran Bagi Kehidupan	Kepraktisan <i>e-book</i> interaktif dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis memiliki keterlaksanaan pembelajaran sangat baik dan tinggi dinilai melalui angket observasi aktivitas guru dan siswa.

## H. Kerangka Pemikiran

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu sains yang berkaitan erat dengan fenomena-fenomena yang terjadi di alam sekitar. Pembelajaran fisika seharusnya mampu memfasilitasi siswa, untuk mengamati langsung fenomena-fenomena tersebut. Pengamatan tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan laboratorium fisika, dan juga mengamati langsung fenomena alam. Tidak semua fenomena-fenomena fisika dapat diamati secara langsung. Beberapa fenomena fisika pada materi pokok tertentu, tidak dapat diamati secara langsung oleh siswa karena memang tinjauannya yang abstrak, salah satunya yaitu pada materi radiasi elektromagnetik.

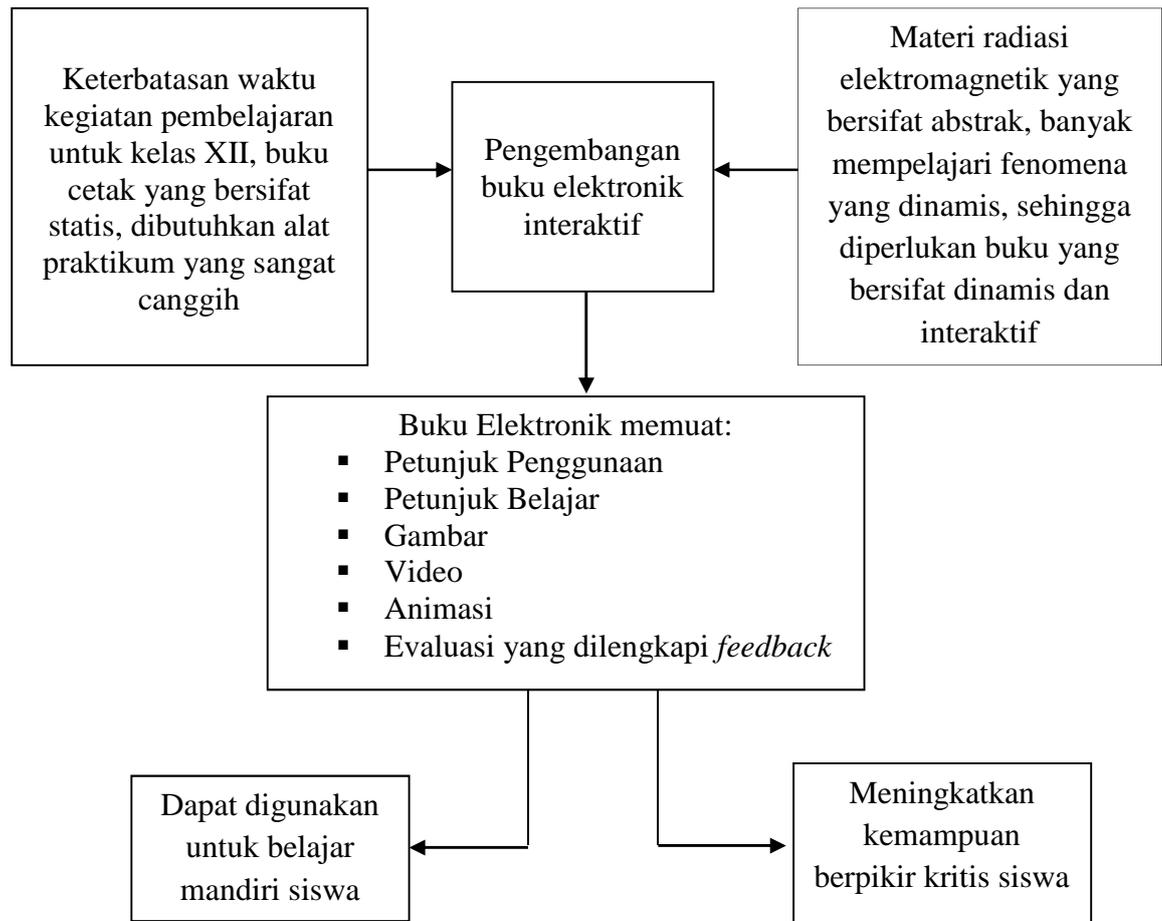
Pembelajaran selama ini, guru dalam membelajarkan fisika masih terbatas penjelasan konsep yang abstrak melalui ceramah, karena materi radiasi elektromagnetik sulit dipraktikkan secara langsung, karena untuk melakukan praktikum pada materi tersebut memerlukan alat yang canggih yang tidak tersedia di sekolah. Kesulitan lainnya adalah menghadirkan pembelajaran saintifik dalam membelajarkan radiasi elektromagnetik, karena keterbatasan alat praktikum dan waktu yang dimiliki. Keterbatasan waktu dalam membahas materi ini karena materi ini berada pada kelas XII semester genap di mana sekolah menggunakan waktu untuk persiapan Ujian Nasional (UN).

Proses penyampaian materi pelajaran di sekolah pada umumnya dibantu dengan buku cetak. Buku cetak yang tersedia di sekolah bersifat statis, hanya menampilkan data berupa tulisan dan gambar, sedangkan pada mata pelajaran fisika banyak mempelajari fenomena-fenomena dinamis. Banyak materi fisika

yang tinjauannya abstrak, dan banyak mempelajari fenomena-fenomena dinamis, sehingga diperlukan sumber belajar yang dapat menjelaskan materi yang abstrak tersebut. Radiasi elektromagnetik merupakan salah satu materi fisika yang memiliki peluang penggunaan sumber belajar berupa buku elektronik interaktif dalam proses pembelajaran.

Buku elektronik interaktif adalah sebuah media pembelajaran yang disusun secara sistematis dengan berbagai teks, gambar, simulasi yang mudah dipahami peserta didik sesuai tingkat pengetahuan mereka, agar mereka dapat belajar sendiri (mandiri) dengan bantuan atau bimbingan yang minimal dari pendidik.

Materi yang disajikan dalam buku elektronik interaktif pada materi radiasi elektromagnetik ini memiliki topik-topik yang menarik dan abstrak. Hal ini dikarenakan materi yang disajikan berkenaan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga hal ini lebih mudah memancing kemampuan berpikir lebih mendalam mengenai permasalahan yang diberikan. Gambaran yang jelas tentang pengembangan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik dapat dijelaskan dengan kerangka pemikiran seperti Gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Penelitian Pengembangan

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan rancangan penelitian dan pengembangan (*research and development*) atau *R&D*. Pengembangan yang dimaksud yaitu mengembangkan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berfikir kritis siswa.

*R&D* ini mengacu pada desain penelitian dan pengembangan pendidikan yang dikembangkan oleh ADDIE, karena dianggap lebih mudah untuk diikuti, serta dalam model ADDIE ini memberikan kesempatan untuk melakukan evaluasi dan revisi secara terus menerus dalam setiap fase yang dilalui, sehingga menghasilkan produk yang valid dan reliabel.

Pengembangan dilaksanakan berpedoman pada desain penelitian pengembangan media menurut ADDIE dalam Molenda (2003). Prosedur penelitian meliputi 5 tahapan, yaitu: *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*.

##### 1. *Analysis*

Tahap *analysis* merupakan kegiatan pengumpulan data mengenai

kebutuhan guru dan siswa, mengenai buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik. Kegiatan pengumpulan data dilakukan melalui teknik pemberian angket ditujukan kepada guru dan siswa kelas XII di dua SMA di Kabupaten Lampung Timur.

Penyebaran angket dilakukan untuk mengetahui minat belajar siswa pada mata pelajaran fisika terutama materi radiasi elektromagnetik, kesulitan siswa dalam memahami materi fisika terutama materi radiasi elektromagnetik, metode yang digunakan guru, dan media belajar yang digunakan siswa dalam mempelajari materi radiasi elektromagnetik serta ketersediaan sarana dan prasarana (fasilitas laboratorium dan koneksi internet). Analisis kebutuhan dilakukan terhadap dua SMA di Kabupaten Lampung Timur, yang terdiri atas dua orang guru fisika dan 87 siswa. Setelah itu dilakukan analisis terhadap hasil angket analisis kebutuhan guru, dan siswa yang dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian diinterpretasikan secara kualitatif.

## 2. *Design*

Kegiatan ini merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang perangkat pembelajaran: menetapkan tujuan belajar, merancang skenario atau kegiatan belajar mengajar, merancang materi pembelajaran dan alat evaluasi hasil belajar, serta merancang produk. Tahapan yang dilakukan sebagai berikut.

a. Rancangan perangkat pembelajaran

Langkah kegiatan dalam menyusun perangkat pembelajaran ini meliputi:

- (1) Menganalisis KI dan KD yang dipilih dalam melakukan penelitian
- (2) Merancang tujuan pembelajaran
- (3) Merancang karakteristik materi, keluasan dan kedalaman materi, dan alokasi waktu.
- (4) Menetapkan indikator pencapaian kompetensi yang meliputi sebagai dasar dalam menyusun instrumen evaluasi hasil belajar.
- (5) Menyusun silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

b. Rancangan produk (*draft*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan produk yang dikembangkan berupa, buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik untuk belajar mandiri dan meningkatkan berpikir kritis siswa, yang dikembangkan berdasarkan kurikulum 2013, kelas XII MIA semester genap. Tahap ini dilakukan melalui kegiatan membuat produk awal berupa *storyboard* dan mendesain *draft* buku elektronik interaktif yang memuat komponen-komponen antara lain: petunjuk penggunaan, materi pembelajaran, contoh soal dan pembahasan, video ilustrasi, animasi, rangkuman, serta kuis interaktif yang dilengkapi *feedback*. Rancangan buku elektronik interaktif pembelajaran ini masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan berikutnya.

### 3. *Development*

*Development* dalam model ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk. Dalam tahap pengembangan, kerangka yang masih konseptual tersebut direalisasikan menjadi produk yang siap diimplementasikan. Produk awal yang dihasilkan diuji kelayakannya, yang meliputi uji ahli Materi, uji ahli desain, serta uji satu lawan satu. Uji validasi ahli desain dilakukan oleh ahli dalam bidang *science education*. Uji satu lawan satu dilakukan oleh lima siswa.

### 4. *Implementation*

Tahap *Implementation* ini, setelah buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik dikembangkan dan telah direvisi, langkah berikutnya adalah uji coba lapangan dengan memanfaatkan atau menggunakan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik tersebut dalam kegiatan pembelajaran dengan tujuan utama yaitu:

(a) Bagaimana kepraktisan penggunaan buku elektronik interaktif untuk belajar secara mandiri; (b) Bagaimana keefektifan hasil penerapan desain buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik tersebut terkait dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Uji coba lapangan dilakukan melalui perbandingan hasil pengukuran terhadap dua kelas sebelum, dan setelah penerapan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik. Pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik untuk belajar mandiri dan meningkatkan berpikir kritis

siswa, sementara kelas kontrol menggunakan buku elektronik (*e-book*) atau BSE Puskurbuk. Uji coba lapangan dilakukan menggunakan desain penelitian kuasi eksperimen, yaitu *nonequivalent control group design*.

Desain *nonequivalent control group*, baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol dibandingkan. Dua kelompok yang ada diberi *pretest*, kemudian diberikan perlakuan, dan terakhir diberikan *posttest* (Sugiyono, 2015: 116). Secara umum desain penelitian yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Desain Eksperimen *Pretest-Posttest Control Group Design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
Kontrol	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>

(Sugiyono, 2015: 112)

Keterangan:

O<sub>1</sub> : Tes kemampuan berpikir kritis awal (*pretest*) kelas eksperimen

O<sub>3</sub> : Tes berpikir kritis (*pretest*) kelas kontrol

O<sub>2</sub> : Tes berpikir kritis akhir (*posttest*) kelas eksperimen

O<sub>4</sub> : Tes berpikir kritis akhir (*posttest*) kelas kontrol

X<sub>1</sub> : *Treatment* (perlakuan) dengan buku elektronik interaktif

X<sub>2</sub> : Tanpa diberikan perlakuan

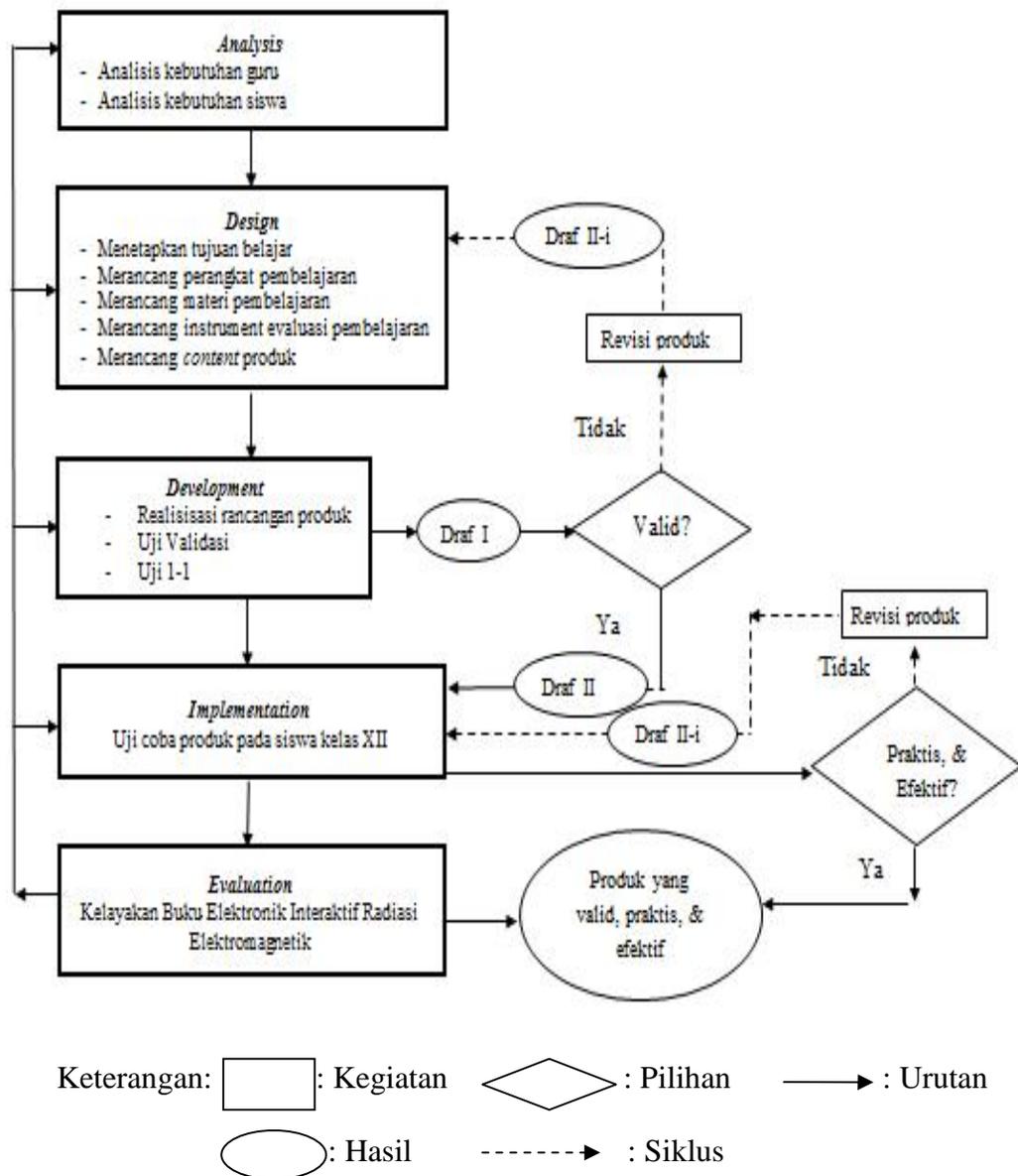
Desain *nonequivalent control group*, terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara *purposive sampling*. Kelompok pertama diberi perlakuan (X<sub>1</sub>) dengan menggunakan buku elektronik interaktif materi

radiasi elektromagnetik, yang disebut kelompok eksperimen, sedangkan kelompok kedua tanpa diberikan perlakuan ( $X_2$ ) disebut kelompok kontrol. Pengaruh adanya perlakuan (*treatment*) adalah ( $O_2 : O_4$ ). Dalam penelitian yang sesungguhnya pengaruh dianalisis dengan uji beda menggunakan *independent sample t test* dan *paired sample t test*. Jika terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, maka perlakuan yang diberikan berpengaruh secara signifikan.

#### 5. *Evaluation*

Evaluasi adalah proses untuk melihat apakah produk yang telah dikembangkan berhasil atau tidak, sesuai dengan harapan awal atau tidak. Tahap evaluasi dapat dilakukan pada setiap tahap, dengan menggunakan angket, lembar observasi, dan tes. Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kelayakan suatu produk hasil pengembangan.

Secara skematis, prosedur penelitian dan pengembangan yang dilakukan disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Tahapan Penelitian dan Pengembangan

## B. Instrumen Angket, Lembar Observasi, dan Instrumen Tes

Instrumen-instrumen tersebut di uraikan sebagai berikut:

### 1. Angket

Angket yang digunakan terdiri atas angket untuk tahap analisis, angket validasi ahli, dan angket respons siswa.

- a) Angket pada tahap analisis digunakan untuk mengetahui bahan ajar yang sudah digunakan guru dan siswa, serta mengetahui bahan ajar yang dibutuhkan oleh guru dan siswa, serta untuk mengetahui metode pembelajaran yang digunakan guru, dan ketersediaan sarana dan prasarana di sekolah.
- b) Angket validasi ahli terdiri atas angket validasi isi, dan angket validasi konstruk. Angket validasi isi yang disusun untuk mengetahui kesesuaian isi materi seperti konsep, formula, animasi, simulasi, video, dan gambar yang penting di muat pada buku elektronik interaktif, serta kesesuaian isi buku elektronik interaktif dengan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD), dan indikator. Hasil pengisian angket validasi isi ini berfungsi sebagai referensi dalam pengembangan, perbaikan, penyempurnaan dan revisi buku elektronik interaktif yang dikembangkan.

Angket validasi konstruk yang disusun untuk mengetahui apakah konstruksi buku elektronik interaktif yang dikembangkan meliputi, kesesuaian ukuran huruf yang digunakan, warna yang digunakan, *font*, dan *fontsize* yang di gunakan, dan kekonsistenan dalam sistematika penyusunan kesesuaian bentuk bahan ajar seperti, tata letak konsep, formula, tabel, gambar, animasi, video, dan simulasi yang dimuat dalam buku elektronik interaktif. Hasil pengisian angket validasi konstruksi buku elektronik interaktif ini, berfungsi sebagai referensi dalam

pengembangan, perbaikan, penyempurnaan, dan revisi buku elektronik interaktif yang dikembangkan.

c) Angket Uji Satu Lawan Satu

Angket uji satu lawan satu meliputi aspek keterbacaan buku ajar berupa angket yang terdiri atas pernyataan-pernyataan terkait dengan tingkat keterbacaan siswa berupa kesesuaian ukuran dan warna tulisan yang digunakan, kesesuaian variasi dan jenis huruf yang digunakan, kesesuaian ukuran gambar yang digunakan, kemudahan gambar, atau tabel dalam mendukung pemahaman materi dalam buku elektronik interaktif, kebenaran bahasa yang digunakan, serta keefektifan dan keefisienan kalimat yang digunakan.

d) Angket Respons Siswa

Angket respons siswa berupa angket yang berisi pernyataan-pernyataan untuk mengetahui respons siswa terhadap perasaan siswa dan kemampuan belajar mandiri siswa sebelum dan sesudah menggunakan buku elektronik interaktif yang dikembangkan. Skor penilaian dari tiap pilihan jawaban ini dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Penilaian Pilihan Jawaban

<b>Jawaban</b>	<b>Skor</b>
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

(Riduwan, 2014: 39)

2. Lembar Observasi

Instrumen keterlaksanaan pembelajaran berupa lembar observasi, yang

terdapat pertanyaan pertanyaan, untuk mengetahui keterlaksanaan produk yang dikembangkan pada pembelajaran.

### 3. Instrumen Tes

Lembar tes untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa. Tes ini digunakan pada saat *pretest*, dan *posttest* yang berbentuk soal uraian sebanyak 10 buah.

## C. Teknik Analisis Instrumen

Sebelum instrumen digunakan dalam sampel, instrumen diuji terlebih dahulu diuji validitas, dan uji reliabilitasnya dengan menggunakan bantuan program SPSS.

### 1. Uji Validitas

Agar dapat diperoleh data yang valid, instrumen atau alat untuk mengukurnya harus valid. Instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data itu valid. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (ketepatan). Pengujian validitas instrumen digunakan rumus korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh Pearson dengan rumus:

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

(Arikunto, 2010: 213)

Keterangan:

- $r_{xy}$  : koefisien korelasi yang menyatakan validitas
- $X$  : skor butir soal
- $Y$  : skor total
- $N$  : jumlah sampel

Kemudian harga  $r_{XY}$  yang diperoleh dikonsultasikan dengan  $r_{tabel}$  *product moment*. Jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$  maka butir soal yang diuji bersifat valid, dan jika sebaliknya maka soal dikatakan tidak valid. Penelitian ini menggunakan 10 butir soal yang diujicobakan kepada 30 siswa. Penelitian ini menggunakan taraf signifikansi 5% diperoleh  $r_{tabel}$  0,361. Kriteria pengujian jika korelasi antar butir dengan skor total lebih dari 0,361; maka instrumen tersebut dinyatakan valid, atau sebaliknya jika korelasi antar butir dengan skor total kurang dari 0,361; maka instrument tersebut dinyatakan tidak valid.

## 2. Uji Reliabilitas

Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Reliabilitas instrumen adalah ketetapan alat evaluasi dalam mengukur atau ketetapan siswa dalam menjawab alat evaluasi. Uji reliabilitas merupakan indeks yang menunjukkan sejauh mana alat pengukuran dapat dipercaya atau diandalkan. Reliabilitas instrumen diperlukan untuk mendapatkan data sesuai dengan tujuan pengukuran. Cara mengukur reliabilitasnya menggunakan rumus *alpha* dengan rumus:

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_1^2}{\sigma_t^2} \right)$$

(Arikunto, 2010: 213)

Keterangan:

$r_{11}$  : koefisien reabilitas instrumen  
 $\sigma_1^2$  : jumlah varians dari tiap-tiap butir tes  
 $\sigma_t^2$  : varians total

Setelah instrumen dinyatakan valid dan reliabel, kemudian digunakan kepada sampel penelitian. Adapun tolak ukur untuk menginterpretasikan derajat reliabilitas yang diperoleh seperti ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi Reliabilitas

Koefisien Korelasi	Kriteria Reliabilitas
$0,81 < r \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,61 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,41 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,21 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r \leq 0,21$	Sangat rendah

(Sugiyono, 2015: 192)

#### D. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian pengembangan ini digunakan dua macam metode pengumpulan data, sebagai berikut:

##### 1. Metode Angket

Instrumen meliputi angket kebutuhan, angket uji ahli, angket uji satu lawan satu, dan angket kepraktisan buku elektronik interaktif yang telah dikembangkan. Angket kebutuhan buku elektronik interaktif digunakan untuk mengetahui kebutuhan bahan ajar di lapangan. Angket uji ahli digunakan untuk menilai dan mengumpulkan data kelayakan produk sebagai media pembelajaran. Angket uji satu lawan satu dilakukan untuk mengetahui tingkat keterbacaan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik, serta angket kepraktisan buku elektronik interaktif digunakan untuk mengumpulkan data terhadap keterlaksanaan

pembelajaran, dan respon pengguna buku elektronik interaktif yang dikembangkan untuk belajar mandiri siswa.

## 2. Metode Tes

Metode tes khusus digunakan untuk mengetahui tingkat efektifitas produk yang dihasilkan sebagai bahan ajar. *Pretest* diberikan sebelum pelaksanaan pembelajaran. Kemudian produk digunakan sebagai sumber belajar bagi siswa. Kelas eksperimen menggunakan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik untuk belajar mandiri dan meningkatkan berfikir kritis siswa, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan buku elektronik interaktif yang biasa digunakan disekolah. Setelah selesai pembelajaran siswa diberi soal *posttest*. Hasil *posttest* dianalisis ketercapaian tujuan pembelajaran yang harus terpenuhi. Nilai tes juga digunakan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa sebelum, dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik.

Tes yang digunakan berupa tes tertulis yang dilaksanakan sebelum (*pretest*) dan setelah (*posttest*), pembelajaran dilangsungkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen tes merupakan soal-soal tes kemampuan berpikir kritis. Tes disusun dalam tipe uraian terdiri atas sepuluh item soal, berdasarkan indikator-indikator berpikir kritis. Indikator kemampuan berpikir yang ditinjau dalam penelitian ini seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis yang ditinjau

Indikator	Sub Indikator
Interpretasi	Memahami atau mengekspresikan makna dari berbagai macam pengalaman, situasi, data, atau kejadian-kejadian.
Memberikan penjelasan sederhana	Menganalisis pernyataan, mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi.
Membuat penjelasan lebih lanjut	Mendefinisikan istilah, menilai definisi.
Identifikasi masalah	Mengupayakan tindakan menarik minat dalam sebuah masalah.
Eksplorasi masalah	Pemahaman mendalam tentang situasi Masalah.
Analisis ( <i>analysis</i> )	Mengukur apakah seseorang dapat memahami dan menyatakan maksud atau arti dari suatu data yang bervariasi, pengalaman, dan pertimbangan.
Evaluasi ( <i>evaluation</i> )	Mengukur keterampilan seseorang untuk melihat informasi dan kekuatan nyata atau relasi kesimpulan, kemampuan untuk menyatakan hasil pemikiran seseorang.

## E. Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi teknik-teknik sebagai berikut:

### 1. Analisis Data Angket Analisis

Analisis terhadap angket analisis dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian dianalisis atau diinterpretasikan secara kualitatif. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data angket dilakukan dengan cara berikut:

- a) Mengklasifikasi data yang bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket.
- b) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat guna memberikan gambaran frekuensi, dan kecenderungan dari setiap

jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket, dan banyaknya sampel penelitian.

- c) Menghitung frekuensi jawaban untuk memberikan informasi tentang kecenderungan jawaban yang banyak dipilih dalam setiap angket pertanyaan.
- d) Menghitung persentase jawaban untuk melihat besarnya persentase setiap jawaban, dari pertanyaan sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai suatu temuan dalam penelitian.

## 2. Analisis Data Uji Validasi Ahli

Analisis data berdasarkan instrumen uji ahli dilakukan untuk menilai sesuai atau tidaknya produk yang dihasilkan sebagai media pembelajaran. Instrumen uji ahli oleh ahli desain dan ahli materi, memiliki empat pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu: “Tidak Penting (TP)”, “Kurang Penting (KP)”, “Penting (P)”, dan “Sangat Penting (SP)”. Revisi dilakukan pada pertanyaan yang diberi pilihan jawaban “Tidak Penting (TP)” atau para ahli memberikan masukan khusus terhadap prototipe yang sudah dibuat.

Sebelum membuat desain buku elektronik interaktif, dibutuhkan uji validasi ahli untuk mengetahui kesesuaian isi materi seperti konsep, formula, animasi, simulasi, video, dan gambar yang penting di muat pada buku elektronik interaktif. Uji validasi ahli desain dilakukan oleh tiga orang ahli, yang dilakukan oleh tiga dosen FKIP Universitas Lampung dan dua praktisi ahli. Hasil uji ahli digunakan sebagai panduan untuk membuat

desain buku elektronik materi radiasi elektromagnetik. Skor penilaian dari uji ahli dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria Penilaian Pilihan Jawaban

<b>Pilihan Jawaban</b>	<b>Skor</b>
Sangat Penting untuk dimuat dalam buku elektronik interaktif	4
Penting untuk dimuat dalam buku elektronik interaktif	3
Kurang penting untuk dimuat dalam buku elektronik interaktif	2
Tidak penting untuk dimuat dalam buku elektronik interaktif	1

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

$$\text{Skor Penilaian} = \frac{\text{skor total yang diperoleh}}{\text{jumlah ahli}}$$

Hasil dari skor penilaian tersebut kemudian dicari rata-ratanya dari sejumlah sampel uji coba, dan dikonversikan ke pernyataan penilaian untuk menentukan konsep, formula, gambar, animasi, simulasi, dan video yang penting dimuat dalam buku elektronik interaktif. Pengkonversian skor menjadi pernyataan penilaian ini dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Konversi Skor Menjadi Pernyataan Penilaian

<b>Skor Penilaian</b>	<b>Rerata Skor</b>	<b>Klasifikasi</b>
4	3,26- 4,00	Sangat baik
3	2,51 – 3,25	Baik
2	1,76– 2,50	Kurang Baik
1	1,01 – 1,75	Tidak Baik

(Sudjana, 2005: 47)

### 3. Analisis Data Uji Satu Lawan Satu

Analisis data berdasarkan instrumen uji satu lawan satu dilakukan untuk, mengetahui respon dari siswa terhadap buku elektronik interaktif yang sudah dibuat. Instrumen penilaian uji satu lawan satu memiliki 4 pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu: “Tidak Sesuai (TS)”, “Kurang Sesuai (KS)”, “Sesuai (S)”, dan “Sangat Sesuai (SS)”. Revisi dilakukan pada pertanyaan yang diberi pilihan jawaban “Tidak Sesuai (TS)” Revisi dilakukan pada konten yang diberi pilihan jawaban “Tidak Sesuai (TS)”.

### 4. Analisis Data Kepraktisan Buku Elektronik untuk Belajar Mandiri

Analisis data kepraktisan produk terdiri atas analisis untuk keterlaksanaan pembelajaran, dan respon siswa. Analisis untuk data keterlaksanaan dilakukan secara deskriptif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menafsirkan data dengan kriteria ketercapaian pelaksanaan pembelajaran sebagaimana Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan

Persentase	Kriteria
0,0% - 20,0%	Sangat rendah
20,1% - 40,0%	Rendah
40,1% - 60,0%	Sedang
60,1% - 80,0%	Tinggi
80,1% - 100,0%	Sangat Tinggi

(Ratumanan, 2003)

Analisis data untuk tingkat respon siswa terhadap buku elektronik interaktif untuk belajar mandiri yang dikembangkan, dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

- 1) Menghitung jumlah siswa yang memberikan respon terhadap buku elektronik interaktif yang dikembangkan
  - 2) Menghitung persentase jumlah siswa yang memberikan respon terhadap buku elektronik interaktif yang dikembangkan
  - 3) Menafsirkan data dengan menggunakan kriteria sebagaimana Tabel 9. di atas.
- b. Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat/observer untuk setiap aspek pengamatan.

Indikator kepraktisan dalam penelitian ini dinyatakan oleh:

- 1) Keterlaksanaan proses pembelajaran menggunakan buku elektronik interaktif yang dikembangkan berkategori “tinggi”.
  - 2) Respon siswa terhadap buku elektronik interaktif untuk belajar mandiri yang dikembangkan berkategori “tinggi”.
5. Analisis Data Keefektifan

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data kemampuan berpikir kritis yang ditunjukkan pada proses pembelajaran. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan melakukan (1) uji normalitas, (2) uji homogenitas, (3) uji *n-gain*, (4) *paired sample t-test*, (5) *independent sample t-test* dan (6) uji *effect size*.

- a. Uji normalitas data

Hal yang pertama dilakukan adalah uji normalitas, dimana uji ini digunakan untuk menguji apakah sampel penelitian merupakan jenis distribusi normal, dilakukan menggunakan uji statistik non-parametrik

yaitu *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan bantuan program komputer SPSS 21, caranya adalah menentukan terlebih dahulu hipotesis.

1) Hipotesis

$H_0$  : Data terdistribusi secara normal

$H_1$  : Data tidak terdistribusi secara normal

2) Pengambilan kesimpulan hasil analisis uji normalitas data adalah:

a) Nilai Asym.Sig.  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak.

b) Nilai Asym.Sig  $\geq 0,05$  maka  $H_0$  diterima

b. Uji Homogenitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari perilaku yang diberikan kepada sampel. Ketentuan pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

1) Hipotesis

$H_0$  : Kedua sampel mempunyai varians sama

$H_1$  : Kedua sampel mempunyai varians berbeda

2) Kriteria Pengujian

a) Nilai Asym.Sig.  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak.

b) Nilai Asym.Sig  $\geq 0,05$  maka  $H_0$  diterima

c. Uji *N-gain*

Menganalisis data kuantitatif dengan kategori tes kemampuan berpikir kritis siswa digunakan skor *n-gain* yang ternormalisasi. *N-gain* diperoleh dari pengurangan skor tes awal dengan skor tes akhir dibagi oleh skor maksimum dikurangi skor tes awal jika dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{skor maksimal ideal} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* yang dikemukakan oleh Meltzer (2002), seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Interpretasi *N-gain*

Besarnya Gain	Kriteria Interpretasi
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

Setelah dilakukan analisis menggunakan uji *N-gain*, apabila nilai hasil perhitungan *N-gain* mencapai rata-rata skor  $0,3 < g \leq 0,7$ ; yang termasuk dalam klasifikasi *N-gain* ternormalisasi sedang hingga tinggi, maka produk yang dikembangkan layak, dan efektif digunakan sebagai sumber belajar.

Data hasil *posttest* juga digunakan untuk mengukur tingkat keefektifan buku elektronik interaktif, digunakan nilai hasil *posttest* pada kelas kontrol, sebagai pembanding setelah menggunakan buku elektronik interaktif berbasis LCDS pada materi radiasi elektromagnetik. Apabila hasil *posttest* dari siswa yang belajar menggunakan buku elektronik interaktif itu lebih besar, daripada kelas yang tidak menggunakan buku elektronik interaktif, maka sumber belajar berupa buku elektronik interaktif ini dapat dikatakan efektif, dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Selanjutnya dilakukan uji t dengan

program SPSS versi 21, yang sebelumnya dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas dan kesamaan dua varians (homogenitas) data.

d. Pengujian hipotesis

Uji hipotesis digunakan *independent sample t-test* dan *paired sample t-test*, serta uji *effect size* dengan menggunakan program SPSS versi 21.

1) *Paired Samples T-Test*

*Paired sample t-test* digunakan untuk menguji perbedaan dua sampel yang berpasangan. Sampel yang berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subjek yang sama, namun mengalami dua perlakuan yang berbeda pada situasi sebelum, dan sesudah proses. *Paired samples t-test* digunakan untuk mengetahui ada pengaruh kemampuan berpikir kritis. Dasar pengambilan keputusan untuk menerima, atau menolak  $H_0$  pada *paired samples t-test* adalah sebagai berikut:

Jika nilai sig. atau signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima.

Jika nilai sig. atau signifikansi  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak.

Hipotesis dari data yang telah diuji yaitu sebagai berikut.

a) Menentukan Hipotesis:

Hipotesis yang ditentukan dalam pengujian *paired samples t-test* ini adalah:

$H_0$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata

kemampuan berpikir kritis siswa antara *pretest* dan *posttest*.

$H_1$  : Ada perbedaan rata-rata yang signifikan kemampuan

berpikir kritis siswa antara *pretest* dan *posttest*.

- b) Menentukan *level of significant* sebesar 5% atau 0,05
- c) Menentukan kriteria pengujian
- d) Penarikan kesimpulan berdasarkan pengujian hipotesis.

## 2) *Independent Sample T-Test*

*Independent sample t-test* digunakan untuk mengetahui ada, atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan. Dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak  $H_0$  pada *independent sample t-test* adalah:

$H_0$  diterima jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$

$H_0$  ditolak jika  $-t_{hitung} < t_{tabel}$  atau  $t_{hitung} > t_{tabel}$

Berdasarkan nilai sig. atau nilai signifikansi:

Jika nilai sig. atau signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima.

Jika nilai sig. atau signifikansi  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak.

- a) Menentukan Hipotesis:

Hipotesis yang ditentukan dalam pengujian *independent sample t-test* ini adalah:

$H_0$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

$H_1$  : Ada perbedaan rata-rata yang signifikan kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

- b) Menentukan *level of significant* sebesar 5% atau 0,05
- c) Menentukan kriteria pengujian

d) Penarikan kesimpulan berdasarkan pengujian hipotesis.

### 3) Uji *Effect Size*

Besar pengaruh penerapan buku elektronik interaktif materi radiasi elektromagnetik untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa, dilakukan dengan menggunakan rumus *effect size*. Berikut adalah rumus *effect size* menurut Cohen yang diadopsi Glass:

$$\delta = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

$\delta$  : *Effect size*

$Y_e$ : Nilai rata-rata kelompok percobaan

$Y_c$ : Nilai rata-rata Kelompok pembandingan

$S_c$ : Simpangan baku kelompok pembandingan

Kriteria interpretasi *effect size* dapat diketahui dari Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0 < \delta < 0,3$	Efek Kecil
$0,3 < \delta < 0,5$	Efek Sedang
$0,5 < \delta$	Efek Besar

(Becker, 2000)

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sistematika produk buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa, terdiri atas pembuka bab yang memuat cover depan, petunjuk penggunaan, petunjuk belajar, standar isi. Kegiatan pembelajaran memuat pengantar materi, konsep gelombang elektromagnetik, spektrum elektromagnetik, pemanfaatan radiasi elektromagnetik, dan bahaya radiasi elektromagnetik. Materi radiasi elektromagnetik dalam buku elektronik interaktif dijelaskan dalam bentuk teks, gambar, tabel, animasi, video serta kuis interaktif yang dilengkapi dengan *feedback*. Serta penutup yang memuat rangkuman, daftar pustaka dan profil penulis.
2. Hasil validasi oleh dosen dan praktisi ahli, menyatakan bahwa buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik berbasis LCDS untuk belajar mandiri dan menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa, sudah layak secara isi dan konstruksi, sehingga buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik dapat diterapkan.

3. Kepraktisan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik terdiri atas keterlaksanaan pembelajaran dan respon siswa. Keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik, untuk belajar mandiri hasil pengembangan berada dalam kriteria tinggi. Sedangkan respon siswa dengan menerapkan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik hasil pengembangan, berada dalam kriteria yang sangat tinggi.
4. Buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik hasil pengembangan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik telah efektif digunakan dalam proses pembelajaran, meningkat secara signifikan pada taraf kepercayaan 95%, dengan nilai *n-gain* sebesar 0,76 yang masuk kategori tinggi, dibanding kelas kontrol yang memiliki nilai *n-gain* sebesar 0,55 yang masuk kategori sedang. Dengan efek size sebesar 0,69 berada dalam ukuran sedang.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil akhir penelitian ini, maka peneliti memberikan saran yaitu:

1. Buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik untuk siswa kelas XII SMA dapat dijadikan sebagai sumber belajar fisika di sekolah.
2. Siswa harus memastikan laptop atau perangkat lain yang akan digunakan telah diinstal *software* pendukung, seperti *Macromedia Flash* dan *Microsoft Silverlight*.
3. Buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik hasil pengembangan ini dapat digunakan sesuai kebutuhan pendidik pada materi fisika yang lain. Selain itu, kelengkapan infrastruktur di sekolah seperti LCD proyektor, sumber

listrik, dan laptop harus memadai untuk kelancaran pengimplementasian buku elektronik interaktif .

4. Perlu dikembangkan buku elektronik interaktif radiasi elektromagnetik pada materi pembelajaran fisika yang berbeda, terutama pada materi yang abstrak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alotaibi, K. N. 2013. The effects of blended learning on developing critical thinking skills. *Education Journal*. 2(4): 176-185, <https://pdfs.semanticscholar.org/309e/The-effects-of-blended-learning-on-developing-critical-thinking-skills.pdf.html>.
- Arafah, S. F., Priyono, B., & Ridlo, S. 2012. Pengembangan LKS Berbasis Berpikir Kritis Pada Materi Animalia. *Journal of Biology Education*. 1(1): 47-53, <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe/article/view/378/435>
- Ardac, D., & Akaygun, S. 2004. Effectiveness of Multimedia-Based Instruction that Emphasizes Molecular Representations on Students' Understanding of Chemical Change. *Journal of research in science teaching*. 41(4): 317-337. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.20005>
- Aremu, A., & Efuwape, B. M. 2013. A Microsoft Learning Content Development System (LCDS) Based Learning Package for Electrical and Electronics Technology-Issues on Acceptability and Usability in Nigeria. *American Journal of Educational Research*. 1(2): 41-48, [http://pubs.sciepub.com/education/A-Microsoft-Learning-Content-Development-System-\(LCDS\)-Base-Learning-Package-for-Electrical-and-Electronics-Technology.html](http://pubs.sciepub.com/education/A-Microsoft-Learning-Content-Development-System-(LCDS)-Base-Learning-Package-for-Electrical-and-Electronics-Technology.html).
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ariyati, E. 2012. Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 1(2): 1-12 <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/PMP/article/view/194>
- Becker, H.S. 2000. Notes on the Concept of Commitment American. *Journal of Sociology*. 66(1): 32-44, <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/Notes-on-the-Concept-of-Commitment-American.html>.
- Brookfield, S. 1985. Analyzing a critical paradigm of self-directed learning: A response. *Adult Education Quarterly*. 36(1): 60-64, <http://journals.sagepub.com/doi/Analyzing-a-critical-paradigm-of-self-directed-learning:-A-response./pdf/html>.

- BSNP. 2006. *Panduan penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- Crenshaw, P., Hale, E., & Harper, S. L. 2011. Producing intellectual labor in the classroom: The utilization of a critical thinking model to help students take command of their thinking. *Journal of College Teaching and Learning*. 8(7):13-26, <https://www.cluteinstitute.com/index.php/TLC/article/download.html>.
- Darlen, R. F., Sjarkawi, S., & Lukman, A. 2015. Pengembangan E-Book Interaktif untuk Pembelajaran Fisika SMP. *Jurnal Tekno-pedagogi*. 5(1): 13-23. <https://online-journal.unja.ac.id/index.php/pedagogi/article/view/2282>
- Darmayanti, T. 2008. Efektivitas intervensi keterampilan self-regulated learning dan keteladanan dalam meningkatkan kemampuan belajar mandiri dan prestasi belajar mahasiswa pendidikan jarak jauh. *Jurnal pendidikan terbuka dan jarak jauh*. 9(2): 68-82. <http://simpen.lppm.ut.ac.id/htmlpublikasi/tri.pdf>
- Dixon, F. A., Prater, K. A., Vine, H. M., Wark, M. J., Williams, T., Hanchon, T., & Shobe, C. 2004. Teaching to their thinking: A strategy to meet the critical-thinking needs of gifted students. *Journal for the Education of the Gifted*. 28(1): 56-76. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/016235320402800104>
- Djan, J. O. 2003. Personalising Elektronik Books. *Journal of Digital Information*. 3(4): 1-14, <https://journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article.html>.
- Eskawati, S. Y., & Sanjaya, I. G. 2012. Pengembangan E-book Interaktif pada Materi Sifat Koligatif Sebagai Sumber Belajar Siswa Kelas XII IPA. *Unesa Journal of Chemical Education*. 1(2): 46-53, <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/response-content-disposition-the-development-of-Interactive-E-Book.pdf.html>.
- Fakhriyah, F. 2014. Penerapan Problem Based Learning dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 3(1): 95:101. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/2906/2934>
- Fatimah, F., & Widiyatmoko, A. 2014. Pengembangan Science Comic Berbasis Problem Based Learning sebagai Media Pembelajaran pada Tema Bunyi dan Pendengaran untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 3(2): 146-153 <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/3114/3131>
- Haris, D. 2011. *Panduan Lengkap E-Book*. Yogyakarta: Cakrawala
- Hidayat, A., Suyatna, A., & Suana, W. 2017. Pengembangan Buku Elektronik Interaktif pada Materi Fisika Kuantum Kelas XII SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 5(2): 87-101. <http://index.pkp.sfu.ca/index.php/browse/index/788>

- Husein, S., Herayanti, L., dan Gunawan. 2015. Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi Universitas Mataram*. 1(1): 7-10. <http://jurnal.fkip.unram.ac.id/index.php/JPFT/article/view/262>
- Hyytinen, H., Nissinen, K., Ursin, J., Toom, A., & Lindblom-Ylänne, S. 2015. Problematising the equivalence of the test results of performance-based critical thinking tests for undergraduate students. *Studies in Educational Evaluation*. 44: 1-8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191491X14000753>
- Karim, A. 2011. Penerapan metode penemuan terbimbing dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan*, 1: 21- 32. [http://jurnal.upi.edu /file/3-Asrul\\_Karim.pdf](http://jurnal.upi.edu /file/3-Asrul_Karim.pdf)
- Kemendikbud. 2013. *Kerangka Dasar Kurikulum 2013*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar
- Komara, D. I., Ertikanto, C., & Rosidin, U. 2017. Pengaruh Media Pembelajaran Interaktif Model Tutorial Materi Impuls dan Momentum Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5(3): 81-90, <https://media.neliti.com/media/publications/121924-ID-pengaruh-media-pembelajaran-interaktif-m.pdf.html>.
- Kulekci, G., & Kumlu, E. 2015. Developing Critical Thinking Skills in English Language Teaching Classes Through Novels. *International Journal of Language Academy*. 3(2): 76-90. [www.ijla.net/DergiPdfDetay.aspx?ID=222](http://www.ijla.net/DergiPdfDetay.aspx?ID=222)
- Kwartolo, Yuli. 2010. Teknologi informasi dan komunikasi dalam proses pembelajaran. *Jurnal Pendidikan penabur*. 9(14): 15-43, [http://scholar.google.co.id/scholar/www.academia.edu/\\_TIK\\_dalam\\_PBM.pdf.html](http://scholar.google.co.id/scholar/www.academia.edu/_TIK_dalam_PBM.pdf.html)
- Lestari, K. E. 2014. Implementasi Brain-Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi dan Kemampuan Berpikir Kritis Serta Motivasi Belajar Siswa SMP. *Judika (Jurnal Pendidikan Unsika)*. 2(1): 36-46, <https://journal.unsika.ac.id/index.php/judika/article/view/120/124>
- Meltzer, D.E. 2002. The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics: A Possible Hidden Variable in Diagnostic Pretest Scores. *American Journal Physics*. 70(2): 1259-1267, <https://pdfs.semanticscholar.org/84e5/e21fa60337453f5dfa9d6a05f53a420e0863.pdf.html>.
- Molenda, M. 2003. In search of the elusive ADDIE model. *Performance improvement*. 42 (5): 34-36. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pfi.4930420508>

- Moody, A. K. 2010. Using Electronic Books in the Classroom to Enhance Emergent Literacy Skills in Young Children. *Journal of Literacy and Technology*. 11(4): 22-52, <http://people.cs.vt.edu/shaffer/cs6604/Papers/Elearning-Classrooms-Moody.pdf.html>.
- Najihah, S., & Sanjaya, I. G. M. 2014. Pengembangan Model E-Book Interaktif Termodifikasi Majalah Pada Materi Struktur Atom. *UNESA Journal of Chemical Education*. 3(3): 100-104. <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/9750/9607>
- Novianti, W. E., Ertikanto, C., & Wahyudi, I. 2014. Pengaruh Aktivitas Terhadap Hasil Belajar IPA Melalui Scientific Approach dengan Bantuan BSE. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 2(4): 145-147. <http://jurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/JPF/article/view/4957>
- Nugraha, D. A., & Wasis. 2014. Pengembangan Media E-Book Interaktif Bilingual Pada Materi Pokok Kalor Untuk SMA Kelas X. *Inovasi Pendidikan Fisika*. 3(1): 1-7. <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/7161>
- Nurmalia, M. A., Syamwil, R., & Endroyo, B. 2016. Pengembangan E-Book Pembelajaran Berbasis Scientific Kompetensi Keahlian Dasar Teknologi Menjahit untuk SMK Paket Keahlian Tata Busana. *Journal of Educational Social Studies*. 5(1): 72-83. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jess/article/view/13096>
- Nurulsari, N., Abdurrahman, & Suyatna, A. 2017. Development of soft scaffolding strategy to improve student's creative thinking ability in physics. *Journal of Physics: Conference Series*. 909(1): 1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/909/1/012053/meta.html>
- Parulian, H.G. dan M. Situmorang. 2013. Inovasi Pembelajaran di Dalam Buku Ajar Kimia SMA untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Penelitian Bidang Penelitian*. 19(1): 67-78. <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/penelitian/article/view/3056>
- Permendikbud Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Peter, E. E. 2012. Critical thinking: Essence for teaching mathematics and mathematics problem solving skills. *African Journal of Mathematics and Computer Science Research*. 5(3): 39-43. <http://www.academicjournals.org/journal/AJMCSR/article-abstract/AD35F3D4458.html>
- Pradana, F. A., & Suyatna, A. 2017. The Needs of Interactive Electronic School Books to Enhance the Critical Thinking Skills of the Students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*. 158, 263:271. [https://www.researchgate.net/publication/321840008\\_The\\_Needs\\_o](https://www.researchgate.net/publication/321840008_The_Needs_o)

f\_Interactive\_Electronic\_School\_Books\_to\_Enhance\_the\_Critical\_Thinking\_Skills\_of\_the\_Students/links/5a556a430f7e9bf2a5351219/The-Needs-of-Interactive-Electronic-School-Books-to-Enhance-the-Critical-Thinking-Skills-of-the-Students.pdf

- Pradina, L. P., & Suyatna, A. 2018. Atom Core Interactive Electronic Book to Develop Self Efficacy and Critical Thinking Skills. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 17(1): 17-23. <http://www.tojet.net/articles/v17i1/1713.pdf>
- Putra, P. D. A., & Sudarti, S. 2015. Real life video evaluation dengan sistem e-learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*. 45(1): 76-89. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jk/article/view/7187>
- Rahma, A. N. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Berpendekatan SETS Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Empati Siswa terhadap Lingkungan. *Journal of Educational Research and Evaluation*. 1(2): 133-138. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jere/article/view/799>
- Ratumanan, T.G. & Laurens, T. 2003. *Evaluasi Hasil Belajar yang Relevan dengan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Surabaya: Unesa University Press.
- Riduwan, S. 2014. *Penelitian Pendidikan Cetakan Ke-20*. Bandung: Alfabeta.
- Ristiasari, T., Priyono, B., & Sukaesih, S. 2012. Model pembelajaran problem solving dengan mind mapping terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Journal of Biology Education*. 1(3): 34:41. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe/article/view/1498/1445>
- Rode, J. C., Arthaud Day, M. L., Mooney, C. H., Near, J. P., & Baldwin, T. T. 2008. Ability and personality predictors of salary, perceived job success, and perceived career success in the initial career stage. *International journal of selection and assessment*. 16(3): 292-299. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1468-2389.2008.00435.html>
- Rosida, R., Fadiawati, N., & Jalmo, T. 2017. Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar E-Book Interaktif dalam Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5(1): 35-45, <https://media.neliti.com/media/publications/116746-ID-efektivitas-penggunaan-bahan-ajar-e-book.pdf.html>.
- Rosita, R., Fadiawati, N., & Jalmo, T. 2017. Efektivitas E-Book Interaktif Sistem Pencernaan Manusia Untuk Menumbuhkembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Bioterdidik*. 5(2): 22-34, <http://jurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/JBT/article/view/11689.html>.

- Saarab, M., Laila E. & Hamza A. 2012. Mobile Learning (M-Learning) and Education Environments. *International Journal of Distributed and Parallel Systems(IJDPS)*. 3(4): 31-38. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34730144/mobile\\_learning.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34730144/mobile_learning.pdf)
- Saputra, W., & Purnama, B. E. 2011. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Untuk Mata Kuliah Organisasi Komputer. *Journal Speed-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*. 4(2): 60-67, <http://ejurnal.net/portal/index.php/speed/article/view/838.html>.
- Semerci, C. 2005. The Influence of The Critical Thinking Skill on the Students' Achievement. *Pakistan Journal of Social Sciences*. 3(4): 598-602, <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/pjssci/2005/598-602.pdf.html>.
- Shakirova, D. M. 2007. Technology for the Shaping of College Students' and Upper-Grade Students' Critical Thinking. *Russian Education & Society*. 49(9): 42-52. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/RES1060-9393490905?journalCode=mres20.html>
- Skinner, B. F. 1996. *Science and Human Behaviour*. New York: Mc Millan.
- Solcova, L., & Magdin, M. 2016. Interactive textbook-a new tool in off-line and on-line education. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 15(3): 111-125. <http://search.proquest.com/openview/abbda265a5d26b8194a75f23be7933f8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1576361>
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sundari, A., Suyatna, A., & Sesunan, F. 2015. Pengembangan Kuis Interaktif Tipe Multiple Response Untuk Melatih Kemampuan Eksplorasi Fenomena Fisika. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*. 3(1): 69-79, <https://www.neliti.com/publications/117868/pengembangan-kuis-interaktif-tipe-multiple-response-untuk-melatih-kemampuan-ekspl.html>
- Sungkono, S. 2005. Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Teknologi Informasi. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*. 1(1): 11-25, <http://journal.uny.ac.id/index.php/mip/article/download/5966/5157>
- Swamardika, I. B. A. 2009. Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 8(1): 106-109, <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/view/1585>
- Snyder, L. G., & Snyder, M. J. 2008. Teaching critical thinking and problem solving skills. *The Journal of Research in Business Education*. 50(2): 90. <https://search.proquest.com/openview/f2f7dcf293cbea40fa0a25293bd21195/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34490>

- Taufani, D. R., & Iqbal, M. 2011. *Membuat Konten E-learning dengan Microsoft Learning Content Development System (LCDS)*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- Tawil & Liliyasi. 2013. *Berpikir Kompleks dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Makasar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makasar.
- Tosun, N. 2014. A study on reading printed books or e-books: reasons for student-teachers preferences. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 13(1): 21-28, [http://files.eric.ed.gov/fulltext/A\\_study\\_on\\_reading\\_printed\\_books\\_or\\_e-books: reasons-for-student-teachers preferences.pdf.html](http://files.eric.ed.gov/fulltext/A_study_on_reading_printed_books_or_e-books: reasons-for-student-teachers preferences.pdf.html).
- Wahyuni, S. 2014. Pengembangan Interactive E-book Bidang Asesmen Bahasa untuk Mengembangkan Kompetensi dan Kemandirian Mahasiswa Program Pendidikan Bahasa. *LITERA*. 13(1): 128-139, <https://journal.uny.ac.id/index.php/litera/article/view/1908.html>.
- Wagner, T. 2010. *Overcoming The Global Achievement Gap (online)*. Cambridge, Mass., Harvard University.
- Wisudawati, A. 2014. Penerapan Pembelajaran Fisika Berdasarkan Strategi Brain Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Elastisitas Kelas XI di SMA Negeri 1 Wonoayu Sidoarjo. *Inovasi Pendidikan Fisika*. 3(2): 1-5. <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/7386>
- Wu, W., & Hwang, L. Y. 2010. The effectiveness of e-learning for blended courses in colleges: A multi-level empirical study. *International Journal of Electronic Business Management*. 8(4): 312-322. <https://search.proquest.com/openview/5f7e6ca1486ed6ff0569f70d47dff6e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=237699>
- Wulandari, S. R., Suyanto, E., & Suana, W. 2016. Modul Interaktif dengan Learning Content Development System Materi Pokok Listrik Statis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4(2): 23-34, <https://media.neliti.com/media/publications/120829-ID-none.pdf.html>.
- Yalman, M. 2014. Preservice Teachers Views about E-Book and their Levels of Use of E-Books. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*. 13(2): 255-262, [http://search.proquest.com/openview/Preservice\\_Teachers\\_Views\\_about\\_EBook\\_and\\_their\\_Levels\\_of\\_Use\\_of\\_E\\_Books.html](http://search.proquest.com/openview/Preservice_Teachers_Views_about_EBook_and_their_Levels_of_Use_of_E_Books.html).
- Yamin, M., 2010. *Desain Pembelajaran Berbasis Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta : Gaung Persada Press.

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., & Nunamaker, J. F. 2006. Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & management*. 43(1): 15-27, [http://sciencedirect.com/science/article/Instructional\\_video\\_in\\_e-learning.html](http://sciencedirect.com/science/article/Instructional_video_in_e-learning.html).