

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR ELEKTRONIK PEMANASAN
GLOBAL UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

(Tesis)

**Oleh
WAYAN SUWATRA**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR ELEKTRONIK PEMANASAN GLOBAL UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

Oleh

WAYAN SUWATRA

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. Penelitian ini menggunakan model pengembangan Borg *et al.*, yang telah dimodifikasi dan dilakukan dalam empat tahap, yaitu: (1) pengumpulan informasi, (2) perencanaan, (3) pengembangan, dan (4) evaluasi produk. Kelayakan bahan ajar elektronik pemanasan global dinilai berdasarkan 3 aspek: (1) kevalidan, (2) kepraktisan, dan (3) keefektifan. Informasi dalam penelitian ini diperoleh menggunakan kuesioner dan dianalisis secara kualitatif deskriptif, sedangkan data keefektifan diperoleh menggunakan instrumen tes berpikir kritis dan dianalisis menggunakan *N-gain*. Hasil validasi dari aspek isi mendapat skor 3,14 dengan kriteria baik dan aspek konstruk mendapat skor 3,26 dengan kriteria sangat baik. Kepraktisan produk didasarkan pada aspek kemenarikan, kemanfaatan, serta respon guru dan siswa dalam menggunakan bahan ajar elektronik. Bahan ajar elektronik pemanasan global juga efektif untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa yang ditunjukkan dengan hasil *N-gain* sebesar 0,72 dengan kriteria tinggi. Berdasarkan hasil analisis data, produk bahan ajar elektronik pemanasan global layak untuk

digunakan dalam pembelajaran fisika dengan kriteria sangat tinggi. Data ini didukung oleh respon positif guru dan siswa terhadap penggunaan bahan ajar elektronik pemanasan global dalam kegiatan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis data, bahan ajar elektronik pemanasan global dapat digunakan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: Bahan ajar elektronik, berpikir kritis, pemanasan global

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC GLOBAL WARMING LEARNING MATERIALS TO IMPROVE STUDENTS CRITICAL THINKING SKILLS

By

Wayan Suwatra

The aim of this research was develop of electronic global warming learning materials to improve students critical thinking skills. This development research used Borg et al., which has been modified in four stages: (1) collection of information, (2) planning, (3) development, and (4) product evaluation. Feasibility of the product were assessed based on three aspects: (1) validity, (2) practicality, and (3) effectivity. Information in this study was obtained through questionnaires and analyzed qualitatively descriptive, while the effectiveness data obtained using critical thinking test and analyzed using N-gain. The validation result from content aspect got score 3,14 with good criteria and construct aspect got score 3,26 with very good criteria. The practicality of the product observe based on interesting, benefit, and responsiveness of teachers and students in using electronic learning materials. The developed electronic global warming learning materials was effective to improve students critical thinking skills with N-gain score 0,72 with high criteria. Based on data analysis, electronic global warming learning materials was feasible used in physics learning with very high criteria. The results was also

supported by the positive response of teachers and students in the electronic global warming learning materials. The results show that, global warming learning materials could be improved students' critical thinking skills.

Keywords: electronic learning material, critical thinking, global warming

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR ELEKTRONIK PEMANASAN
GLOBAL UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

**Oleh
Wayan Suwatra**

Tesis

Sebagai Salah Satu syarat untuk Mecapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN

Pada

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



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN BAHAN AJAR ELEKTRONIK
PEMANASAN GLOBAL UNTUK MENUMBUHKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

Nama Mahasiswa : *Wayan Suwatra*

No. Pokok Mahasiswa : 1423022018

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Pembimbing I

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

Pembimbing II

Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

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

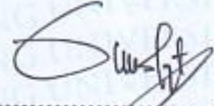
Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

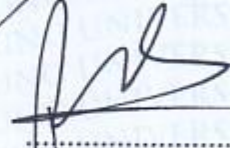
Ketua : **Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**



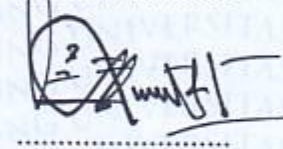
Sekretaris : **Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**



Penguji Anggota : I. **Dr. Abdurrahman, M.Si.**



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



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

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



3. **Direktur Program Pascasarjana**

Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.
NIP. 19570101 198403 1 020



4. Tanggal Lulus Ujian : **16 Juli 2018**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Wayan Suwatra

NPM : 1423022018

Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Alamat : Jl. Pulau Damar Gg. Rambutan No.29 Bandar Lampung

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

Bandar Lampung, Juli 2018

Yang menyatakan,



Wayan Suwatra
NPM. 1423022018

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tanggal 20 Desember 1963 dari ayah yang bernama Nyoman Kentan dan ibu bernama Made Dasti. Penulis merupakan putra pertama dari delapan bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Sukaraja Tiga Lampung Timur pada tahun 1976, dan melanjutkan pendidikan lanjut tingkat pertama di SLTP Swasta Catur Sakti Jaya Guna 1, Kabupaten Lampung Timur dan menyelesaikannya pada tahun 1981. Pada tahun 1984 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Swasta YP Unila Bandar Lampung. Pada pertengahan tahun 1989 penulis menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana (S1) di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Lampung. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Tahun 1999 penulis diangkat sebagai CPNSD Kabupaten Lampung Utara dan kemudian mutasi ke SMANegeri 9 Bandar Lampung tahun 2000 sampai dengan sekarang.

MOTTO

”Di Dunia hanya sementara, maka isilah hidup ini dengan kebaikan dan kebenaran”

PERSEMBAHAN

Tesis ini kupersembahkan kepada Istriku Ni Desak Putu Erni, Amd. Kep.dan anak-anaku dr. Putu Novitha Adityani dan Kadek Astentya Dhyani, SH

PERSEMBAHAN

Tesis ini kupersembahkan kepada Istriku Ni Desak Putu Erni, Amd. Kep.dan anak-anaku dr. Putu Novitha Adityani dan Kadek Astentya Dhyani, SH

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Ida Sahyang Widi Wasakarena atas Anugrahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini.

1. Bapak Prof. Mustofa Usman, MA. Ph.D., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Muhammad Fuad, M.Hum. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika, sekaligus Pembimbing I yang telah memotivasi, membimbing, dan mengarahkan penulis selama penulisan tesis.
4. Bapak Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah memotivasi, membimbing, dan mengarahkan penulis selama penulisan tesis.
5. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembahas I terima kasih atas segala masukannya.
6. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Pd., selaku Uji Ahli II terima kasih atas segala masukannya.

7. Bapak/Ibu guru fisika dari SMA Negeri 9 Bandar Lampung, yang telah meluangkan waktu dan masukan selama penelitian.
8. Bapak dan Ibu Dosen Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung.
9. Seluruh rekan-rekan guru, staff TU, serta anak-anak murid yang penulis banggakan di SMA Negeri 3 Bandar Lampung.
10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Magister Pendidikan Fisika 2014 : Pak Malik, Pak Anwar, Pak Budi, Bu Eka, Bu Emil, Pak Hans, Bu Lika, Pak Najam, Pak Pay, Bu Surya, Bu Indah, Pak Pardi, Bu Susi, Pak Taufik, Pak Trian, Pak Vira, Pak Wayan, Bu Yuliana, Bu Zulimah, dan Pak Heri atas bantuan dan kebersamaannya selama ini.
11. Kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tesis ini.

Semoga dengan bantuan dan dukungan yang diberikan mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa dan semoga tesis ini dapat bermanfaat. Amin.

Bandar Lampung, Juli 2018
Penulis,

Wayan Suwatra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Bahan Ajar	9
1. <i>Handout</i>	12
2. Buku.....	12
3. Modul.....	13
4. Lembar Kerja Siswa (LKS)	13
5. Buku Ajar.....	13
6. Buku Teks	13
B. Multimedia Interaktif	15
C. Model Simulasi	18
D. Pemanasan Global.....	20
E. Berpikir Kritis	23
F. Teori yang Mendukung Pengembangan Bahan Ajar Elektronik ...	27
1. Teori Pemrosesan Informasi	27
2. Teori Belajar Kognitif.....	28
3. Teori Belajar Konstruktivis	29
4. Teori Belajar Bermakna.....	31
G. Kualitas Produk Pembelajaran	33
H. Kerangka Berpikir.....	35

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian	37
B. Langkah-Langkah Penelitian	37
1. Penelitian Pendahuluan	38
2. Perencanaan Pembelajaran	40
3. Desain Produk	40
4. Uji Coba Produk Awal	41
5. Revisi Produk	42
6. Uji Coba Lapangan	42
7. Produk	43
C. Teknik Pengumpulan Data	44
1. Definisi Konseptual dan Operasional	44
2. Kisi-Kisi dan Instrumen Penelitian	45
D. Teknik Analisis Data	46
1. Uji Ahli	46
2. Uji Coba Satu Lawan Satu	47
3. Uji Efektifitas	48
4. Uji Efisiensi	52
5. Uji Daya Tarik	52

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Pengembangan	54
1. Hasil Analisis Kebutuhan	54
2. Hasil Rancangan Pembelajaran	55
3. Hasil Pengembangan Produk Awal	56
4. Hasil Uji Coba Produk Awal	62
5. Hasil Revisi Produk	63
6. Hasil Uji Coba Lapangan	64
7. Produk Akhir	75
B. Pembahasan	75
1. Kevalidan Bahan Ajar Elektronik Pemanasan Global	75
2. Daya Tarik, Kemanfaatan dan Kemudahan Bahan Ajar Elektronik Pemanasan Global	77
3. Keefektifan Bahan Ajar Elektronik untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis	78

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	80
B. Saran	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Berpikir Kritis	25
2. Penilaian Kualitas Penelitian Bahan Ajar Bahan Ajar Elektronik.....	48
3. Penelitian <i>Non Equivalent Pretest-Posttest Control Group Design</i>	49
4. Kriteria Ketercapaian Validitas.....	50
5. Nilai Rata-Rata <i>Gain</i> Ternormalisasi dan Klasifikasinya.....	51
6. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban.....	53
7. Rekapitulasi Hasil Analisis Angket Kebutuhan Siswa	54
8. Rekapitulasi Hasil Analisis Angket Kebutuhan Guru	55
9. Keterangan <i>Outline</i> Pada Bahan Ajar Elektronik	56
10. Uraian Indikator Bahan Ajar Elektronik.....	57
11. <i>Story Board</i> Bahan Ajar Elektronik.....	58
12. Rekapitulasi Saran pada Tahap Validasi.....	62
13. Saran Hasil Uji Coba Produk.....	63
14. Daftar Revisi	63
15. Statistik Deskriptif Data Nilai Hasil <i>Pretest</i>	65
16. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i>	66
17. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i>	67
18. Perbedaan Rata-Rata Data <i>Pretest</i>	68
19. Statistik Deskriptif Data Nilai Hasil <i>Posttest</i>	69
20. Hasil Uji Normalitas Data <i>Posttest</i>	69
21. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Posttest</i>	70
22. Perbedaan Rata-Rata Data <i>Posttest</i>	70
23. Hasil Uji T Berpasangan Homogenitas Kelas Eksperimen	71
24. Rata-Rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis	72
25. Rata-Rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Tiap Indikator	73
26. Rekapitulasi Penilaian Guru dan Siswa dalam Uji Pemakaian.....	74
27. Hasil Angket Respon Siswa dan Guru.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia	29
2. Kerangka Pikir Bahan Ajar Elektronik Pemanasan Global	36
3. Prosedur Penelitian dan Pengembangan	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Angket Konsepsi Peserta Didik Pada Materi Pokok Pemanasan Global.....	88
2. Analisis Konsepsi Peserta Didik Pada Materi Pokok Pemanasan Global.....	90
3. Kisi-kisi Instrumen Analisis Kebutuhan Bahan ajar elektronik Pemanasan Global untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis ..	91
4. Angket Analisis Kebutuhan Bahan ajar elektronik Pemanasan Global untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis (Untuk Guru)	92
5. Hasil Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan ajar elektronik Pembelajaran Pemanasan Global Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis (Untuk Guru)	93
6. Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan ajar elektronik Pembelajaran Pemanasan Global Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis (Untuk Siswa).....	94
7. Hasil Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan ajar elektronik Pembelajaran Pemanasan Global Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis (Untuk Siswa).....	96
8. Transkripsi Wawancara Dengan Siswa Kebutuhan Pengembangan Bahan ajar elektronik Pembelajaran Pemanasan Global Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Kelas XI SMA N 9 Bandar Lampung	98
9. Kisi-kisi Instrumen Uji Ahli Desain Bahan ajar elektronik.....	100
10. Angket Uji Ahli Desain Bahan ajar elektronik Pembelajaran	104
11. Hasil Uji Desain Bahan ajar elektronik Berdasarkan Uji Ahli Desain ..	112
12. Kisi-kisi Instrumen Uji Ahli Isi/Materi Bahan ajar elektronik Pembelajaran.....	117
13. Angket Uji Ahli Isi/Materi Bahan ajar elektronik Pembelajaran.....	123
14. Hasil Uji Ahli Isi/Materi Bahan ajar elektronik Berdasarkan Uji Ahli Desain	127
15. Hasil Data penilaian Uji Ahli	132
16. Kisi-kisi Uji Satu Lawan Satu	133
17. Angket Uji Satu Lawan Satu	137
18. Hasil angket respon guru	142
19. Silabus.....	143
20. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	148

21. Kisi-kisi Ulangan Harian Keterampilan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Pemanasan Global (<i>posttest</i>).....	160
22. Uji kompetensi (Soal <i>Pretest</i> dan <i>posttest</i>).....	162
23. Pedoman Penskoran dan Jawaban Soal <i>Pretest</i> dan <i>posttest</i>	166
24. Analisis Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	171
25. Analisis Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol	172
26. Pengelompokan Siswa pada Kelas Eksperimen berdasarkan tingkat Kemampuan berpikir kritis (KBK) awal.....	175
27. Pengelompokan Siswa pada Kelas Kontrol berdasarkan tingkat Kemampuan berpikir kritis (KBK) awal.....	176
28. Analisis Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	177
29. Analisis Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol.....	179
30. Analisis <i>N-Gain</i> Kelas Eksperimen	181
31. Analisis <i>N-Gain</i> Kelas Kontrol.....	182
32. Hasil Uji Lapangan Respon Pengguna Siswa Terhadap Kemenarikan .	183
33. Hasil Uji Lapangan Respon Pengguna Siswa Terhadap Kemudahan ...	185
34. Hasil Uji Lapangan Respon Pengguna Siswa Terhadap Kebermanfaatan	187
35. <i>Story board</i> bahan ajar elektronik	188
36. Produk Akhir (Bahan ajar elektronik)	202

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Peran seorang guru dalam merancang ataupun menyusun bahan ajar sangatlah menentukan keberhasilan proses pembelajaran. Bahan ajar yang disusun secara sistematis yang memungkinkan siswa dapat belajar secara mandiri dan dirancang sesuai kurikulum yang berlaku. Dengan adanya bahan ajar, guru akan lebih runtut dalam mengajarkan materi kepada siswa dan tercapai semua kompetensi yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan pembelajaran fisika menurut Permendikbud No. 59 tahun 2014 adalah menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi; Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan memupuk sikap ilmiah yaitu mampu membedakan fakta dan opini, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan serta berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan kepedulian terhadap lingkungan.

Berdasarkan pengalaman peneliti mengajar di SMA buku-buku literatur yang ada baik cetak maupun elektronik umumnya bersifat statis, sehingga kurang dapat

menumbuhkan daya berpikir kritis, kreatif, inovatif dan peduli terhadap lingkungan. Jika dalam pembelajaran materi fisika ditampilkan fenomena-fenomena alam dalam bentuk animasi dan video, maka peserta didik seolah-olah mengalami langsung fenomena-fenomena yang diamati. Saat ini memang sudah banyak bahan ajar elektronik yang beredar tetapi sifatnya hanya memindahkan buku cetak ke dalam bentuk elektronik. Berdasarkan data hasil observasi diketahui bahwa siswa kelas XI IPA di SMAN 9 Bandar Lampung belum memanfaatkan bahan ajar elektronik sebagai sumber belajar.

Pada beberapa materi pokok pelajaran khususnya pemanasan global masih banyak siswa yang sulit untuk mengenal dan memahami konsep pemanasan global, dimana siswa masih sering beranggapan jika penyebab pemanasan global hanya pada efek rumah kaca, sedangkan dalam kehidupan sehari-hari banyak sekali penyebab terjadinya pemanasan global, agar siswa mengalami kemudahan dalam mengenal dan memahami konsep pemanasan global, maka perlu disusun dan dikembangkan suatu bahan ajar yang dapat mengarahkan dan merangsang berpikir siswa dan guru dalam menggali dan memaksimalkan kompetensi yang dimiliki siswa, sehingga tujuan dari proses pembelajaran dapat dicapai.

Pemilihan dan penggunaan bahan ajar yang tepat dalam proses pembelajaran merupakan faktor yang sangat penting dalam mengarahkan siswa untuk memperoleh pengalaman belajar. Berangkat dari masalah di atas peneliti tertarik untuk mengembangkan suatu bahan ajar yang diperkirakan dapat mengatasi masalah tersebut, yaitu bahan ajar yang dapat mendukung proses pembelajaran yang mudah dipahami. Dalam hal ini berupa bahan ajar elektronik, yang mampu

merangsang pemikiran peserta didik untuk interaktif di dalamnya sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Karena itu judul dari penelitian ini adalah “Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Pemanasan Global dengan Pendekatan Keterampilan Berpikir Kritis”. Dalam pembelajaran Fisika peserta didik tidak hanya sekedar mendengar, mencatat dan mengingat dari materi pelajaran yang disampaikan oleh guru, tetapi lebih ditekankan pada kemampuan peserta didik untuk dapat memecahkan persoalan dan bertindak (melakukan observasi, bereksperimen, mendiskusikan suatu persoalan, menjawab pertanyaan dan menerapkan konsep-konsep dan hukum-hukum untuk memecahkan persoalan) terhadap hal yang dipelajari tersebut, lalu mengomunikasikan hasilnya.

Berdasarkan beberapa teori yang dikembangkan, penting adanya bahan ajar dalam proses pembelajaran sebagai panduan bagi peserta didik untuk menemukan ide-ide dan berpikir kritis. Belajar memerlukan keterlibatan mental dan kerja siswa sendiri. Penjelasan dan peragaan semata tidak akan dapat melatih siswa berpikir kritis. Ada lima komponen keterampilan berpikir kritis dalam penguasaan materi pembelajaran fisika (Clulow & Brace-Govan, 2001), yaitu: 1) memberi penjelasan sederhana (*elementary clarification*), 2) memberi penjelasan mendalam/lanjut (*indepth clarification*), 3) membuat keputusan atau menilai (*judgement*), dan 4) membuat kesimpulan/inferensi (*inference*), serta 5) mengatur strategi dan taktik (*strategies*). Kerangka kerja berpikir ini membangkitkan proses berpikir ketika melakukan penggalian informasi dan penerapan kriteria yang terbaik untuk memutuskan cara bertindak dari sudut pandang yang berbeda.

Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan individu dalam menggunakan proses berpikirnya untuk menganalisis argumen dan memberikan interpretasi berdasarkan persepsi yang benar dan rasional, analisis asumsi dan bias dari argumen, dan interpretasi logis. Berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pembuatan keputusan tentang sesuatu yang harus dipercayai atau dilakukan. Berpikir kritis mencakup berpikir secara reflektif dan produktif, serta menilai data/bukti (Santrock, 2008). Membangkitkan berpikir kritis melalui kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan mengajukan pertanyaan yang menuntut berpikir tingkat tinggi, misalnya diawali dengan mengapa dan bagaimana. Berpikir kritis mengantarkan siswa untuk memahami topik lebih mendalam dan berusaha menilai data lebih teliti.

Seseorang yang berpikir secara kritis mampu mengajukan pertanyaan yang jelas, mengumpulkan informasi yang relevan, bertindak secara efisien dan kreatif berdasarkan informasi, dapat mengemukakan argumen yang logis berdasarkan informasi, dan dapat mengambil simpulan yang dapat dipercaya (Schafersman, 2006). Pemanfaatan TIK (Teknologi Informasi Komunikasi) merupakan sarana pembelajaran, yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk pelajaran lainnya (Kemendikbud 2013). Perkembangan teknologi saat ini memberikan ketersediaan lingkungan dengan pengaruh kuat teknologi untuk menghasilkan produk-produk pendidikan berbasis elektronik (Aedo & Monica, 2003). TIK sebagai sumber pembelajaran suatu inovasi proses pembelajaran dimana proses pembelajaran menjadi lebih bervariasi, tidak terbatas oleh ruang, waktu dan usia. Salah satu bentuk nyata TIK sebagai sumber pembelajaran adalah bahan ajar elektronik.

Pada umumnya bahan ajar yang digunakan adalah slide presentasi. Kondisi ini memberikan peluang untuk mengembangkan sebuah bahan ajar yang terintegrasi antara materi ajar dengan media ajarnya dalam satu paket didalam seperangkat bahan ajar beserta multimedia sebagai media penunjangnya. *Slide* presentasi dirasa belum cukup untuk menuangkan materi lengkap dengan medianya dalam satu paket. Terkait dengan itu, salah satu cara yang dapat ditempuh adalah mengoptimalkan pemanfaatan perkembangan teknologi dalam penyusunan bahan ajar. Bahan ajar dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menyematkan konten multimedia baik video, suara, dan animasi ke dalamnya (Anuradha & Usha, 2006). Buku elektronik berbasis multimedia sangat layak dan dapat digunakan sebagai sumber belajar (Enkaningrum, 2011).

Pengembangan dan penggunaan perangkat ajar seperti itu dipandang sebagai suatu model solusi yang tepat, karena alasan sebagai berikut 1) penggunaan perangkat ajar digital/elektronik dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran karena memungkinkan siswa untuk terlibat aktif dan kreatif dalam proses pembelajaran, karena bahan ajar tersebut dilengkapi dengan berbagai simulasi/ animasi menarik serta rancangan eksperimen virtual yang dapat menggiring siswa terlibat atau mengalami proses sains (Rachmayanti, 2003), 2) penggunaan perangkat ajar digital/elektronik akan dapat meningkatkan efisiensi pembelajaran secara mandiri di pihak siswa sepanjang tersedia komputer untuk menjalankannya (Iswanto, 2005).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, pokok-pokok masalah penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kevalidan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa?
2. Bagaimana daya tarik, kemanfaatan dan kemudahan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa?
3. Bagaimana keefektifan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan penelitian ini adalah

1. Mendeskripsikan kevalidan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Mendeskripsikan daya tarik, kemanfaatan, dan kemudahan bahan ajar elektronik pemanasan global.
3. Mendeskripsikan keefektifan bahan ajar elektronik pemanasan global untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa.

D. Manfaat Penelitian

Bagi siswa bahan ajar elektronik bermanfaat antara lain:

1. Peserta didik memiliki kesempatan melatih diri belajar secara mandiri.
2. Belajar menjadi lebih menarik karena dapat dipelajari diluar kelas dan

diluar jam pembelajaran.

3. Berkesempatan mengekspresikan cara-cara belajar yang sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
4. Berkesempatan menguji kemampuan diri sendiri dengan mengerjakan latihan yang disajikan dalam modul.
5. Mengembangkan kemampuan peserta didik dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya.

Bagi guru penyusunan bahan ajar bermanfaat sebagai salah satu referensi sebuah modul pembelajaran berbasis elektromagnetik yang dapat membangun komunikasi yang efektif antara guru dengan siswa karena pembelajaran tidak harus berjalan secara tatap muka.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian pengembangan ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini penelitian pengembangan mengadaptasi penelitian pengembangan Borg et al., 2003.
2. Bahan ajar seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis berupa buku berisi kumpulan video dan simulasi materi pemanasan global tidak dibuat oleh pengembang tetapi di susun dalam bentuk buku siswa elektronik.

3. Materi pokok yang disajikan dalam bahan ajar elektronik ini adalah materi Pemanasan Global pada materi pelajaran kelas XI semester genap.
4. Subjek uji coba penelitian pengembangan ini meliputi uji ahli desain, uji ahli materi, uji kelompok kecil, dan uji lapangan.
5. Uji lapangan dilakukan terhadap satu kelas sampel siswa kelas XI SMA Negeri 9 Bandar Lampung

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bahan Ajar

Pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dengan cara mengelola bahan belajar (Dimiyati & Mudjiono, 2003). Pembelajaran yang dapat menciptakan interaksi antara guru dan siswa, interaksi dalam proses pembelajaran tidak selamanya berjalan dengan baik, proses interaksi bahkan terkadang mengakibatkan salah paham sehingga konsep yang di sampaikan tidak diterima dengan baik sehingga tidak tercapainya tujuan pembelajaran itu sendiri. Proses pembelajaran yang efektif dimulai dari cara mengelolah bahan ajar yang akan disampaikan.

Bahan ajar adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi atau subkompetensi dengan segala kompleksitasnya (Widodo & Jasmadi, 2013). Pengertian ini menjelaskan bahwa suatu bahan ajar haruslah dirancang dan ditulis dengan kaidah intruksional karena akan digunakan oleh guru untuk membantu dan menunjang proses pembelajaran. Bahan atau materi pembelajaran pada dasarnya adalah “isi” dari kurikulum, yakni

berupa mata pelajaran atau bidang studi dengan topik/subtopik dan rinciannya (Ruhimat, 2011).

Peran seorang guru dalam merancang ataupun menyusun bahan ajar sangatlah menentukan keberhasilan proses belajar dan pembelajaran melalui sebuah bahan ajar. Bahan ajar dapat juga diartikan sebagai segala bentuk bahan yang disusun secara sistematis yang memungkinkan siswa dapat belajar secara mandiri dan dirancang sesuai kurikulum yang berlaku. Penggunaan bahan ajar membuat guru akan lebih runtut dalam mengajarkan materi kepada siswa dan tercapai semua kompetensi yang telah ditentukan sebelumnya.

Terdapat beberapa bentuk buku, baik yang digunakan untuk sekolah maupun perguruan tinggi, contohnya buku referensi, modul ajar, buku praktikum, bahan ajar, dan buku teks pelajaran. Jenis-jenis buku tersebut tentunya digunakan untuk mempermudah siswa memahami materi ajar yang ada di dalamnya. Karakteristik bahan ajar diantaranya 1) *self instructional*, 2) *self contained*, 3) *stand alone*, 4) *adaptive*, dan 5) *user friendly* (Widodo & Jasmadi, 2013). *Self instructional* yaitu bahan ajar dapat membuat siswa mampu membelajarkan diri sendiri dengan bahan ajar yang dikembangkan. Untuk memenuhi karakter *self instructional*, maka di dalam bahan ajar harus terdapat tujuan yang dirumuskan dengan jelas.

Kedua, *self contained* yaitu seluruh materi pelajaran dari satu unit kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu bahan ajar secara utuh. Jadi sebuah bahan ajar haruslah memuat seluruh bagian-bagiannya dalam satu buku secara utuh untuk memudahkan pembaca mempelajari bahan ajar tersebut. Ketiga, *stand alone* (berdiri sendiri) yaitu bahan ajar yang dikembangkan tidak

tergantung pada bahan ajar lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar lain. Artinya sebuah bahan ajar dapat digunakan sendiri tanpa bergantung dengan bahan ajar lain.

Keempat, *adaptive* yaitu bahan ajar hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Bahan ajar harus memuat materi-materi yang sekiranya dapat menambah pengetahuan pembaca terkait perkembangan zaman atau lebih khususnya perkembangan ilmu dan teknologi.

Kelima, *user friendly* yaitu setiap intruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon dan mengakses sesuai dengan keinginan. Jadi bahan ajar selayaknya hadir untuk memudahkan pembaca untuk mendapat informasi dengan sejelas-jelasnya.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan bahan ajar yang mampu membuat siswa untuk belajar mandiri dan memperoleh ketuntasan dalam proses pembelajaran adalah 1) memberikan contoh-contoh dan ilustrasi yang menarik dalam mendukung pemaparan materi pembelajaran, 2) memberikan kemungkinan bagi siswa untuk memberikan umpan balik terhadap materi yang diberikan, 3) kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan siswa, dan 4) bahasa yang digunakan cukup sederhana karena siswa hanya berhadapan dengan bahan ajar ketika belajar secara mandiri.

Bahan ajar memiliki beragam jenis, ada yang cetak maupun noncetak. Bahan ajar cetak yang sering dijumpai antara lain berupa *handout*, buku, modul, brosur, dan lembar kerja siswa.

1. *Handout*

Handout adalah segala sesuatu yang diberikan kepada siswa ketika mengikuti kegiatan pembelajaran. *Handout* sebagai bahan tertulis yang disiapkan untuk memperkaya pengetahuan siswa (Prastowo, 2012). Guru dapat membuat *handout* dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan kompetensi dasar yang akan dicapai oleh siswa. Saat ini *handout* dapat diperoleh melalui *download* internet atau menyadur dari berbagai buku dan sumber lainnya.

2. *Buku*

Buku sebagai bahan ajar merupakan buku yang berisi ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis. Buku disusun dengan menggunakan bahasa sederhana, menarik, dilengkapi gambar, keterangan, isi buku, dan daftar pustaka. Buku akan sangat membantu guru dan siswa dalam mendalami ilmu pengetahuan sesuai dengan mata pelajaran masing-masing.

Buku dibedakan menjadi empat jenis (Prastowo, 2012) yaitu: 1) buku sumber, yaitu buku yang dapat dijadikan rujukan, referensi, dan sumber untuk kajian ilmu tertentu, biasanya berisi suatu kajian ilmu yang lengkap, 2) buku bacaan, yaitu buku yang hanya berfungsi untuk bahan bacaan saja, misalnya cerita, legenda, novel, dan lain sebagainya, 3) buku pegangan, yaitu buku yang bisa dijadikan pegangan guru atau pengajar dalam melaksanakan proses pengajaran, dan 4) buku bahan ajar atau buku teks, yaitu buku yang disusun untuk proses pembelajaran dan berisi bahan-bahan atau materi pembelajaran yang akan diajarkan.

3. *Modul*

Modul merupakan bahan ajar yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Modul harus berisi tentang petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, isi materi pelajaran, informasi pendukung, latihan soal, petunjuk kerja, evaluasi, dan balikan terhadap evaluasi. Dengan pemberian modul, siswa dapat belajar mandiri tanpa harus dibantu oleh guru.

4. *Lembar Kerja Siswa (LKS)*

Lembar Kerja Siswa (LKS) adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa sehingga siswa dapat mempelajari materi ajar tersebut secara mandiri. LKS dapat berisi ringkasan materi, dan tugas yang berkaitan dengan materi. Siswa juga dapat menemukan arahan yang terstruktur untuk memahami materi yang diberikan dan pada saat yang bersamaan siswa diberikan materi serta tugas yang berkaitan dengan materi tersebut.

5. *Buku Ajar*

Buku ajar adalah sarana belajar yang bisa digunakan di sekolah-sekolah dan di perguruan tinggi untuk menunjang suatu program pengajaran dan pengertian modern dan yang umum dipahami.

6. *Buku Teks*

Buku teks juga dapat didefinisikan sebagai buku pelajaran dalam bidang studi tertentu, yang merupakan buku standar yang disusun oleh para pakar dalam

bidang itu buat maksud dan tujuan-tujuan instruksional yang dilengkapi dengan sarana-sarana pengajaran yang serasi dan mudah dipahami sehingga dapat menunjang suatu program pengajaran. Bahan ajar noncetak meliputi bahan ajar dengar (audio) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan *compact disc audio*. Bahan ajar pandang dengar (audio visual) seperti video *compact disc* dan film. Bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*) seperti CIA (*Computer Assisted Intruction*), *compact disc* (CD) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*) (Lestari, 2013).

Fungsi bahan ajar bagi guru adalah untuk mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya diajarkan kepada siswa. Fungsi bahan ajar bagi siswa menjadi pedoman dalam proses pembelajaran dan merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dipelajari. Bahan ajar juga berfungsi sebagai alat evaluasi pencapaian hasil pembelajaran. Bahan ajar yang baik sekurang-kurangnya mencakup petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, isi pelajaran, informasi pendukung, latihan-latihan, petunjuk kerja, evaluasi dan respon terhadap hasil evaluasi (Prastowo, 2012).

Karakteristik siswa yang berbeda berbagai latar belakangnya akan sangat terbantu dengan adanya kehadiran bahan ajar, karena dapat dipelajari sesuai dengan kemampuan yang dimiliki sekaligus sebagai alat evaluasi penguasaan hasil belajar karena setiap hasil belajar dalam bahan ajar akan selalu dilengkapi dengan sebuah evaluasi guna mengukur penguasaan kompetensi. Berdasarkan strategi pembelajaran yang digunakan, fungsi bahan ajar dapat dibedakan menjadi tiga

macam, yaitu fungsi dalam pembelajaran klasikal, pembelajaran individual, dan pembelajaran kelompok (Prastowo, 2012).

Fungsi bahan ajar dalam pembelajaran klasikal, antara lain: 1) sebagai satu-satunya sumber informasi serta pengawas dan pengendali proses pembelajaran (dalam hal ini, siswa bersifat pasif dan belajar sesuai kecepatan siswa dalam belajar), dan 2) sebagai bahan pendukung proses pembelajaran yang diselenggarakan. Fungsi bahan ajar dalam pembelajaran individual, antara lain: 1) sebagai media utama dalam proses pembelajaran, 2) sebagai alat yang digunakan untuk menyusun dan mengawasi proses peserta didik dalam memperoleh informasi, dan 3) sebagai penunjang media pembelajaran individual lainnya.

Fungsi bahan ajar dalam pembelajaran kelompok, antara lain: 1) sebagai bahan yang terintegrasi dengan proses belajar kelompok, dengan cara memberikan informasi tentang latar belakan materi, informasi tentang peran orang-orang yang terlibat dalam pembelajaran kelompok, serta petunjuk tentang proses pembelajaran kelompoknya sendiri, dan 2) sebagai bahan pendukung bahan belajar utama, dan apabila dirancang sedemikian rupa, maka dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

B. Multimedia Interaktif

Peranan yang dapat dimanfaatkan dalam perkembangan teknologi yang sangat pesat untuk berbagai kepentingan termasuk di dalamnya untuk pendidikan adalah pemanfaatan teknologi informatika dalam pembelajaran berupa multimedia interaktif. Multimedia juga menyediakan peluang bagi pendidik untuk

mengembangkan teknik pembelajaran sehingga menghasilkan hasil yang maksimal. Multimedia diartikan sebagai lebih dari satu media. Multimedia dapat berupa kombinasi antara teks, grafik, animasi, suara, dan video, yang mana perpaduan dan kombinasi dua atau lebih jenis media ditekankan pada kendali komputer sebagai penggerak keseluruhan gabungan media (Wiyono dkk., 2012).

Multimedia terbagi menjadi dua kategori, yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif (Daryanto, 2013). Multimedia linier adalah suatu multimedia yang tidak dilengkapi dengan alat pengontrol apa pun yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sedangkan multimedia interaktif adalah suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya.

Penggunaan multimedia yang tepat dan baik dalam pembelajaran dapat memberi manfaat yang sangat besar bagi guru dan siswa. Manfaat yang diperoleh dari sebuah multimedia pembelajaran, yaitu memperbesar benda yang sangat kecil dan tidak tampak oleh mata, memperkecil benda yang sangat besar, menyajikan benda yang kompleks, rumit dan berlangsung cepat atau lambat, menyajikan benda atau peristiwa yang jauh, menyajikan benda atau peristiwa yang berbahaya, meningkatkan daya tarik dan perhatian siswa.

Multimedia mempunyai beberapa keistimewaan yang tidak dimiliki oleh media lain, yaitu multimedia menyediakan proses interaktif dan memberikan kemudahan umpan-balik, multimedia memberikan kebebasan kepada pelajar dalam menentukan topik pembelajaran, multimedia memberikan kemudahan dan kontrol yang sistematis dalam proses pembelajaran (Munir, 2008). Model multimedia

interaktif, yaitu model *drills*, model tutorial, model simulasi, dan model *instructional games* (Nandi, 2006), sedangkan menurut Daryanto (2013), format sajian multimedia pembelajaran dapat dikategorikan ke dalam lima kelompok, yaitu tutorial, *drill* dan *practice*, simulasi, percobaan atau eksperimen, dan permainan.

Model tutorial, merupakan program yang didesain dalam penyampaian materinya dilakukan secara tutorial. Model tutorial ditujukan sebagai pengganti guru atau instruktur dengan penyampaian informasi atau pesan berupa suatu konsep yang disajikan di layar komputer dengan teks, bagan, atau grafik. Model *drill* dan *practice*, model ini lebih memberi penekanan pada bagaimana siswa berlatih menguasai materi dengan banyak melakukan latihan atau praktik. Model simulasi, merupakan model yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkret melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sesungguhnya. Model percobaan atau eksperimen, model ini mirip dengan model simulasi, namun lebih ditunjukkan pada kegiatan-kegiatan yang bersifat percobaan atau eksperimen. Model *games*, merupakan program yang didesain dalam format permainan.

Berbagai hasil penelitian yang terkait dengan penggunaan multimedia dalam pembelajaran telah dilakukan. Penggunaan simulasi komputer dapat menggantikan peralatan nyata pada rangkaian listrik sederhana (Finkelstein, *et al.*, 2005), penggunaan program Fisika berbasis web dapat meningkatkan prestasi siswa dalam memahami konsep gaya dan gerak, sedangkan simulasi PhET untuk

mekanika kuantum membantu kesulitan mahasiswa memahami mekanika kuantum yang menurut mahasiswa sulit karena abstrak (McKagan *et al.*, 2008).

Penelitian yang relevan terhadap penelitian ini dilakukan oleh Wibowo dkk. (2014) tentang penggunaan bahan ajar elektronik, dimana perkembangan teknologi saat ini mendukung untuk penyisipan konten multimedia ke dalam bahan ajar elektronik. Penambahan konten multimedia di dalam bahan ajar diakui turut memudahkan siswa dalam memahami konsep yang sedang diajarkan. Hal ini ditegaskan kembali oleh Novana dkk. (2012) yang mengungkapkan bahwa penggunaan multimedia interaktif dapat berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa. Multimedia memberikan kesempatan bagi siswa untuk mendayagunakan fungsi visual dan auditori secara bersamaan (Mayer, 2001).

C. Model Simulasi

Terbukanya akses sekolah terhadap Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) merupakan tantangan tersendiri dalam pembelajaran Fisika. Berbagai aplikasi komputer telah dikembangkan dan digunakan dalam pembelajaran Fisika, salah satunya dalam model simulasi. Simulasi didefinisikan sebagai program komputer di mana secara sementara menciptakan serangkaian hal melalui sarana program dan kemudian mereka berhubungan secara bersama melalui hubungan sebab dan akibat (Lee & Boling, 1999), sedangkan De Jong & Van Joolingen, (1998) mendefinisikan secara khusus bahwa simulasi komputer adalah program yang berisi model dari sistem (alami atau tiruan, misalnya peralatan) atau suatu proses. Ketika simulasi digunakan sebagai tujuan pembelajaran, definisi yang lebih

sempit menyatakan bahwa simulasi pembelajaran memungkinkan siswa menjembatani dari kesenjangan antara realitas dan pengetahuan abstrak dengan metode penemuan, untuk meningkatkan motivasi dan meningkatkan belajar dengan interaksi aktif siswa (De Jong, 1991).

Bentuk persoalan dalam kegiatan pembelajaran yang memerlukan pengamatan, penelitian, dan percobaan sebagai bahan masukan pada penentuan solusi persoalan. Hanya saja dalam pelaksanaan pengamatan, penelitian, dan percobaan seringkali muncul berbagai kendala dan hambatan dalam berbagai hal, antara lain, biaya, waktu, risiko, dan perlengkapan. Pengoperasian sistem simulasi juga sangat singkat dibandingkan dengan jangka waktu yang diperlukan pada pengamatan, penelitian, dan percobaan nyata. Sistem simulasi juga tidak memiliki risiko yang fatal dan tidak menimbulkan kerugian besar karena kerusakan komponen-komponennya.

Pembelajaran berbasis simulasi komputer memiliki lima kategori dukungan dalam pembelajaran, yaitu memberikan latar belakang pengetahuan, membantu siswa untuk membuat hipotesis, membantu siswa untuk melakukan eksperimen, membantu siswa untuk menginterpretasikan data, dan membantu siswa untuk mengatur proses pembelajaran (Chang *et al.*, 2008). Simulasi komputer menawarkan berbagai macam kesempatan untuk konsep pemodelan dan proses (Jimoyiannis & Komis, 2001). Secara spesifik, simulasi komputer dalam pembelajaran Fisika menyediakan kesempatan siswa untuk: 1) mengembangkan pemahaman mereka tentang fenomena dan hukum-hukum Fisika melalui proses hipotesis keputusan, dan ide-ide pengujian, 2) mengisolasi dan memanipulasi

parameter dan karena itu membantu mereka untuk mengembangkan pemahaman hubungan antara konsep fisik, variabel, dan fenomena, 3) menggunakan berbagai representasi (gambar, animasi, grafik, vektor dan menampilkan data numerik) yang membantu dalam memahami konsep-konsep yang mendasari, hubungan dan proses, 4) mengungkapkan representasi dan model mental tentang dunia fisik, dan 5) menyelidiki fenomena yang sulit untuk dialami di dalam kelas atau laboratorium karena sangat kompleks, teknisnya sulit atau berbahaya, memerlukan biaya besar atau memakan waktu, atau terjadi terlalu cepat.

D. Pemanasan Global

Pemanasan global atau juga disebut *global warming* adalah meningkatnya suhu rata-rata di atmosfer, laut, dan daratan di bumi disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, minyak bumi dan gas alam yang tidak dapat diperbaharui. Aktivitas manusia yang melibatkan pembakaran bahan bakar fosil ini akan melepaskan banyak gas karbon dioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca. Gas karbon dioksida dilepaskan ke atmosfer, ketika jumlah gas rumah kaca di atmosfer bumi semakin banyak, maka akan menyebabkan suhu permukaan bumi semakin meningkat. Peningkatan suhu permukaan bumi akan berdampak pada perubahan iklim di bumi. Perubahan iklim yang terjadi akibat pemanasan global akan meningkatkan berbagai macam penyakit terhadap manusia dan juga akan berpengaruh langsung terhadap ketahanan pangan. Selain itu, perubahan iklim juga berdampak negatif pada kehidupan bagi petani, untuk menentukan kapan menanam, sehingga petani mengalami kesulitan ekonomi dan di daerah pesisir pantai yang terjadi gelombang pasang

mengakibatkan banjir yang sering terjadi, hujan lebat, badai, kekeringan yang silih berganti, sulitnya ketersediaan air bersih, serta penyebaran berbagai penyakit.

Sudah sejak lama para ilmuwan mengkhawatirkan akibat dari efek rumah kaca karena bisa merusak lingkungan. Salah satu akibatnya yang sudah terasa adalah dengan meningkatnya suhu permukaan bumi yang akhirnya bisa mengakibatkan adanya perubahan iklim yang sangat ekstrem. Tentunya hal tersebut dapat mengakibatkan terganggunya hutan serta ekosistem lain di bumi, dan mengurangi kemampuannya guna menyerap karbon dioksida di atmosfer.

Efek rumah kaca adalah proses masuknya radiasi dari matahari dan terjebaknya radiasi di dalam atmosfer akibat gas rumah kaca sehingga menaikkan suhu permukaan bumi. Efek rumah kaca sebenarnya tidak selalu buruk dan justru sangat dibutuhkan karena jika tidak ada nantinya bisa mengakibatkan bumi menjadi sangat dingin atau bisa keseluruhan akan tertutupi es. Namun jika gas-gas yang bisa membuat efek rumah kaca telah berlebihan di atmosfer, akibatnya akan mengakibatkan pemanasan global.

Berdasarkan perhitungan simulasi, efek rumah kaca telah meningkatkan suhu rata-rata bumi 1-5 °C. Bila kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara 1,5-4,5 °C sekitar tahun 2030. Dengan meningkatnya konsentrasi gas CO₂ di atmosfer, maka akan semakin banyak gelombang panas yang dipantulkan dari permukaan bumi diserap atmosfer. Hal ini akan mengakibatkan suhu permukaan bumi menjadi meningkat.

Dunia telah kehilangan hampir 20% terumbu karangnya akibat emisi CO₂. Jika kecenderungan emisi CO₂ saat ini terus berlangsung, banyak terumbu karang mungkin akan hilang dalam waktu 20 sampai 40 tahun mendatang, dan ini akan memiliki konsekuensi bahaya bagi sebanyak 500 juta orang yang bergantung atas terumbu karang untuk memperoleh nafkah mereka. Jika tak ada perubahan, kita akan menyaksikan berlipatnya karbon dioksida di atmosfer dalam waktu kurang dari 50 tahun.

Samudra akan menjadi lebih asam karena karbon ini diserap, yang secara serius merusak sangat banyak biota laut dari terumbu karang hingga kumpulan plankton dan dari udang besar hingga rumput laut. Saat ini, perubahan iklim dipandang sebagai ancaman terbesar bagi terumbu karang. Ancaman utama iklim, seperti naiknya temperatur permukaan air laut dan tingkatan keasaman air laut, bertambah besar oleh ancaman lain termasuk pengkapan ikan secara berlebihan, polusi dan spesies pendatang.

Salah satu cara untuk mengurangi gas rumah kaca, yakni dengan memelihara pepohonan serta menanam pohon lebih banyak. Pohon dianggap mampu menyerap CO₂ lebih cepat dan dalam jumlah banyak, memecahnya melalui fotosintesis, maupun menyimpan karbon pada kayunya. Salah satu upaya dunia internasional untuk menanggulangi gas rumah kaca adalah dengan mengadakan konvensi yang disebut Protokol Kyoto. Protokol Kyoto memerintahkan negara-negara dunia untuk berkomitmen mengurangi emisi/pengeluaran CO₂ serta lima gas rumah kaca lainnya untuk menanggulangi dampak efek rumah kaca.

Terdapat banyak yang kita bisa lakukan diantaranya: 1) memakai sepeda untuk bepergian jarak dekat, 2) membeli kendaraan bermotor yang didesain irit bahan bakar, 3) mendorong penggantian batu bara sebagai penggerak turbin listrik, 4) mengupayakan lingkungan yang sehiyu mungkin, 5) tidak menggunakan produk yang berpotensi memperburuk efek rumah kaca, 6) upaya pengendalian kebakaran hutan dan lahan, dan 7) penggunaan energi ramah lingkungan dan transportasi yang efisien.

E. Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah sebuah proses sistematis yang memungkinkan siswa untuk merumuskan dan mengevaluasi keyakinan dan pendapat mereka sendiri.

Keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan oleh siswa karena menjadi modal dasar untuk memahami berbagai hal, di antaranya, memahami konsep dalam disiplin ilmu (Joyce *et al.*, 2009). Berpikir kritis adalah proses disiplin dalam yang secara intelektual aktif dan terampil mengonseptualisasi, menerapkan, menganalisis, menyintesis, dan atau mengevaluasi informasi yang dikumpulkan dari atau dihasilkan oleh, pengamatan, pengalaman, refleksi, penalaran, atau komunikasi, sebagai panduan untuk kepercayaan dan tindakan (Tawil & Liliyasi, 2013).

Berpikir kritis adalah sebuah proses terorganisasi yang memungkinkan siswa mengevaluasi bukti, asumsi, logika dan bahasa yang mendasari pernyataan orang lain. Berpikir kritis juga merupakan berpikir dengan baik, dan merenungkan tentang proses berpikir merupakan bagian dari berpikir dengan baik (Fitriawati,

2010). Berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan (Enis, 2011). Berpikir kritis dapat dicapai dengan lebih mudah apabila seseorang itu mempunyai disposisi dan kemampuan yang dapat dianggap sebagai sifat dan karakteristik pemikir yang kritis (Susilawati, 2012). Berpikir kritis menggunakan dasar proses berpikir untuk menganalisis argumen dan memunculkan gagasan terhadap tiap-tiap makna dan interpretasi, untuk mengembangkan pola penalaran yang kohesif dan logis, memahami asumsi dan bias yang mendasari tiap-tiap posisi, serta memberikan model presentasi yang dapat dipercaya dan meyakinkan (Liliasari, 2005).

Berpikir kritis diimplementasikan pada pembelajaran Fisika dengan cara menyusun indikator-indikator keterampilan berpikir kritis dengan karakter materi pelajaran Fisika. Kelompok keterampilan berpikir kritis yang dijabarkan menjadi 12 indikator sebagai berikut. 1) Memberikan penjelasan sederhana, dengan indikator memfokuskan pertanyaan, menganalisis argumen, bertanya dan menjawab klarifikasi dan pertanyaan yang menantang, 2) membangun keterampilan dasar, dengan indikator mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak, mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi, 3) menyimpulkan, dengan indikator mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi, membuat dan mengkaji nilai hasil pertimbangan. 4) memberikan penjelasan lebih lanjut, dengan indikator mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi, mengidentifikasi asumsi, dan 5) mengatur strategi dan taktik, dengan indikator memutuskan suatu tindakan, berinteraksi dengan orang lain. Keterampilan

berpikir kritis menurut Ennis (2011) yang terbagi 5 kerangka berpikir kritis memiliki indikator-indikator yang dirinci sebagai berikut.

Tabel 1. Indikator Berpikir Kritis

Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Keterampilan Berpikir Kritis	Indikator
1. memberikan penjelasan penjelasan dasar	1. Memformulasikan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengidentifikasi atau memformulasikan pertanyaan. b. Mengidentifikasi atau memformulasikan kriteria jawaban yang mungkin. c. Menjaga pikiran terhadap situasi yang sedang dihadapi.
	2. Menganalisis Argumen	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengidentifikasi kesimpulan. b. Mengidentifikasi alasan dinyatakan. c. Mengidentifikasi alasan d. Mencari persamaan dan perbedaan. e. Mengidentifikasi dan menangani ketidakrelevanan. f. Mencaari struktur dari sebuah pendapat/argument. g. meringkas.
	3. Bertanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan pertanyaan yang menantang	<ul style="list-style-type: none"> a. Bertanya dan menjawab pertanyaan mengapa. b. Apa yang menjadi alasan utama. c. Apa yang menjadi alasan utama d. Apa yang menjadi contoh. e. Apa yang bukan contoh. f. Bagaimana mengaplikasikan kasus tersebut. g. Apa yang menjadi perbedaannya. h. Apa faktanya. i. Apakah ini yang kamu katakan. j. Apa yang akan kamu katakan tentang itu.
2. membangun keteampilan dasar	4. Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	<ul style="list-style-type: none"> a. Keahlian. b. Mengurangi konflik interest. c. Kesepakatan antar sumber. d. Reputasi. e. Menggunakan prosedur yang ada. f. Mengetahui resiko. g. Kemampuan memberikan alasan. h. Kebiasaan berhati-hati.
	5. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengurangi praduga/menyangka. b. Mempersingkat waktu antara observasi dengan laporan. c. Laporan dilakukan oleh pengamatan sendiri. d. Mencatat hal-hal yang sangat diperlukan. e. Penguatan. f. Kemungkinan dalam penguatan. g. Kondisi akses yang baik. h. Kompeten dalam menggunakan teknologi. i. Kepuasan pengamatan atas kredibilitas kriteria.
	6. Meneduksi dan mempertimbang-	<ul style="list-style-type: none"> a. Kelas logika. b. Mengkondisikan logika.

Keterampilan Berpikir Kritis	Sub Keterampilan Berpikir Kritis	Indikator
	kan hasil induksi	c. Menginterpretasikan pernyataan.
3. Menyimpulkan	7. Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	a. Menggeneralisasi. b. Berhipotesis atau menyimpulkan.
	8. Membuat dan mengkaji nilai-nilai hasil pertimbangan	a. Latar belakan fakta. b. Konsekuensi. c. Menerapak konsep (prinsip-prinsip, hukum, dan asas). d. Mempertimbangkan alternative. e. Menyeimbangkan, menimbang dan memutuskan.
4. Membuat penjelasan lebih lanjut	9. Mendeskripsikan istilah dan mempertimbangkan definisi	a. Bentuk : sinonim, klasifikasi, rntang, ekspresi yang sama, oprasional, contoh dan non contoh. b. Strategi definisi. c. Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi isi.
	10. Mengidentifikasi asumsi	a. Alasan yang tidak dinyatakan. b. Asumsi yang diperlukan rekonstruksi argumen.
5. Strategi dan taktik	11. Memutuskan suatu tindalkan	a. Mendefinisikan masalah. b. Memilih kretria yang mungkin sebagai solusi permasalahan. c. Memrumuskan alternatif-alternatif untuk solusi. d. Memutuskan yang akan dilakukan. e. Meriview. f. Memonitor implementasi.
	12. Berinteraksi dengan orang lain	a. Memberi lebel b. Stategi logis c. Strategi retorik d. Mempresentasikan suatu posisi baik lisan atau tulisan

Ennis, (2011))

Berdasarkan pendapat para ahli tentang kemampuan berpikir kritis dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis (*critical thinking*) merupakan proses sistematis untuk merumuskan dan mengevaluasi dengan menekankan pembuatan keputusan tentang apa yang telah dilakukan siswa berdasarkan pada sudut pandang yang berbeda, kemampuan yang mengungkap data/definisi/teorema yang relevan dalam menyelesaikan suatu masalah. Pada pembelajaran fisika materi pemanasan global siswa dituntut untuk dapat memecahkan masalah pemanasan global secara kreatif dan berpikir logis sehingga menghasilkan cara-cara dan keputusan yang tepat

untuk mengurangi penyebab pemanasan global. Ini berarti keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan agar siswa mampu menyelesaikan masalah-masalah pemanasan global.

F. Teori yang Mendukung Pengembangan Bahan Ajar Elektronik

Bahan ajar elektronik pemanasan global secara umum didukung oleh beberapa teori belajar, seperti; teori pemrosesan informasi, teori belajar kognitif, teori belajar konstruktivis, dan teori belajar bermakna. Masing-masing teori tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Teori Pemrosesan Informasi

Pemrosesan Informasi merujuk pada cara mengumpulkan, menerima stimulus dari lingkungan, mengorganisasi data, memecahkan masalah, menemukan konsep, dan menggunakan simbol verbal dan visual (Shuell, 1986). Prinsip teori ini adalah; manusia sebagai prosesor informasi, pikiran sebagai sistem informasi, kognisi merupakan proses mental, dan belajar adalah representasi mental (Mayer, 1996). Secara umum pemrosesan informasi ini bertujuan: (1) untuk menanamkan pembentukan informasi baru (*enhances making sense of new information*); dan (2) membantu pebelajar belajar cara mengkonstruksi pengetahuan (*help students learn how to construct knowledge*) (Joyce et al., 2009).

Memori manusia dapat direpresentasikan sebagai sebuah sistem pengolahan informasi yang terdiri dari tiga proses dasar, yaitu: (1) *encoding* mengacu pada bagaimana seseorang mengubah informasi menjadi bentuk yang dapat disimpan dalam memori, (2) *storage* mengacu pada bagaimana seseorang menyimpan

informasi yang telah dikodekan, dan (3) *retrieval* mengacu pada bagaimana mendapatkan akses informasi yang tersimpan dalam memori (Nevid, 2009). Bila seseorang ingin mengingat suatu informasi maka orang tersebut akan memberikan perhatian pada informasi tersebut, sehingga membutuhkan waktu untuk membawa semua informasi yang direkam dalam waktu singkat (Slavin, 2008).

Pembelajaran mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalah melalui langkah penyelesaian masalah yang efektif, mulai dari memahami masalah, merencanakan solusi, mengeksekusi, dan mengevaluasi. Siswa perlu memusatkan perhatian agar terbiasa melakukan hal tersebut dalam menyelesaikan masalah. Pada dasarnya siswa tidak mengerjakan sesuatu secara otomatis, melainkan memerlukan banyak latihan (Woolfolk, 2009).

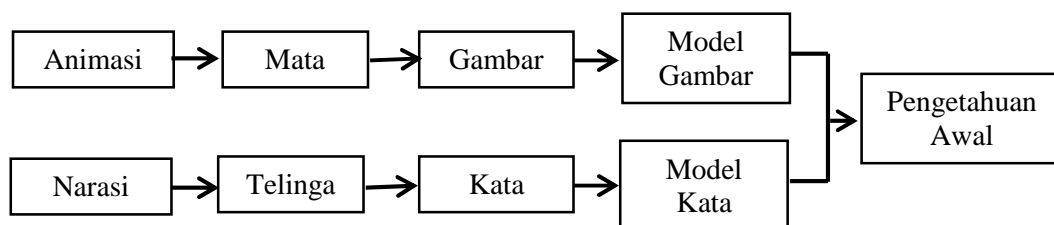
Apabila siswa banyak mengelaborasi ide baru, maka semakin banyak pula yang dijadikan sebagai pengetahuannya sendiri pemahaman siswa akan semakin dalam, dan semakin baik pula ingatan mereka pada pengetahuan tersebut. Guru dapat mengelaborasi pengetahuan siswa melalui beberapa kegiatan seperti; menerjemahkan informasi dengan kata-katanya sendiri, membuat contoh, menjelaskan kembali, menggambarkan berbagai hubungan, dan menerapkan informasi untuk mengatasi masalah.

2. Teori Belajar Kognitif

Perspektif teori belajar kognitif adalah siswa secara aktif memproses informasi dan pembelajaran terjadi saat mereka mengorganisir, menyimpan, dan kemudian menemukan hubungan antara informasi, menghubungkan informasi baru ke dalam

pengetahuan lama, skema dan skrip (Baron & Byrne, 1987). Aspek yang dominan dalam teori belajar kognitif adalah melibatkan interaksi antara komponen mental dan informasi yang diolah melalui jaringan yang kompleks.

Penekanan kegiatan pembelajaran berdasarkan teori belajar kognitif adalah; (1) belajar sebagai sarana untuk menemukan jawaban dari suatu masalah, (2) belajar sebagai pengolah pengetahuan (Gambar 1), dan (3) belajar sebagai konstruksi pengetahuan (Mayer, 1992). Teori belajar kognitif berorientasi pada kemampuan siswa memproses informasi yang berkenaan dengan kemampuan memecahkan masalah dan kemampuan berpikir produktif, serta berkenaan dengan kemampuan intelektual umum (*general intellectual ability*) (Rehalat, 2014). Teori belajar kognitif juga berpotensi memberikan pembelajaran yang lebih bermakna pada siswa dan berdampak lebih lama, sehingga dapat menghubungkan konsep yang sudah ada (Merriam & Caffarella, 1999).



Gambar 1. Skema Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia
Sumber: Mayer & Moreno (2002)

3. Teori Belajar Konstruktivis

Teori belajar sangat penting untuk proses pembelajaran yang efektif, karena teori belajar menjelaskan berbagai aspek dalam proses pembelajaran. Belajar didefinisikan sebagai suatu proses pada makhluk hidup yang mengarah pada kemampuan permanen yang tidak semata-mata karena usia (Illeris, 2007). Teori

belajar modern beranggapan bahwa belajar terjadi melalui berbagai pengalaman dan menghasilkan perubahan pemahaman yang relatif, dan akhirnya terjadi perubahan tindakan dan perilaku. Inti dari semua sistem pendidikan modern adalah bekerja bersama dengan siswa untuk meningkatkan kemampuan belajar mereka, yang didasarkan pada banyak keadaan, seperti; sosial, budaya, dan ekonomi, di mana pembelajaran berlangsung.

Teori belajar konstruktivis adalah teori yang mengkonseptualisasikan belajar sebagai hasil dari membangun makna dari pengalaman dan pengetahuan sebelumnya (Lowenthal & Muth, 2008). Menurut teori ini belajar adalah proses aktif mengkonstruksi mental dalam pikiran siswa dan siswa bertugas membangun informasi (Wilson, 1995). Prinsip pembelajaran konstruktif menekankan bahwa belajar adalah proses aktif di mana seseorang secara aktif membangun atau mengkonstruksi jaringan pengetahuan. Lima prinsip yang mendasari pembelajaran konstruktivis adalah; (1) pembelajaran melibatkan konstruksi pengetahuan, (2) dengan cara pembelajaran kolaboratif, (3) menggunakan tugas otentik, kompleks, dan *ill-structured* yang (4) memotivasi siswa untuk (5) terlibat dalam kegiatan mandiri (Savery & Duffy, 1995).

Fokus belajar pada teori konstruktivis bukan hanya konten, tetapi untuk mengembangkan pemahaman topik yang lebih mendalam agar dapat mentransfer pengetahuan pada situasi yang berbeda dan bervariasi (Mayer *et al.*, 1999). Teori konstruktivis menekankan pada beberapa asumsi, yaitu; (1) belajar adalah kegiatan adaptif, (2) belajar berada dalam konteks di mana peristiwa itu terjadi, (3) pengetahuan dibangun oleh siswa, (4) pengalaman dan pemahaman

sebelumnya berperan dalam proses belajar, (5) peka terhadap perubahan, dan (6) peran interaksi sosial dalam pembelajaran (Beothel & Dimock, 2000).

4. Teori Belajar Bermakna

Pembelajaran bermakna merupakan proses menghubungkan informasi baru pada konsep yang relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Menurut teori ini belajar pengetahuan baru akan bergantung pada apa yang sudah diketahui. Pembelajaran bermakna diawali dengan pengamatan (Ausubel & Fitzgerald, 1961). Artinya, landasan pengetahuan dimulai dengan pengamatan dari peristiwa atau objek melalui konsep yang sudah dimiliki. Belajar dikatakan bermakna apabila informasi yang akan dipelajari oleh siswa disusun sesuai struktur kognitif yang dimiliki oleh siswa, sehingga siswa mampu menghubungkan informasi yang baru mereka peroleh ke dalam struktur kognitif yang telah mereka miliki.

Belajar dapat dikategorikan dalam dua dimensi, yaitu pertama berhubungan dengan cara penyajian informasi kepada siswa melalui penemuan. Kedua berhubungan dengan cara siswa menghubungkan informasi dalam bentuk fakta, konsep, dan generalisasi materi yang sedang dipelajari diasimilasikan ke dalam pengetahuan yang telah dimiliki.

Terdapat tiga persyaratan yang diperlakukan dalam suatu pembelajaran bermakna, yaitu pertama, materi yang akan dipelajari harus logis, konsisten dengan yang diketahui oleh siswa, dan harus sesuai dengan tingkat perkembangan dalam struktur kognitif siswa. Guru harus menyiapkan ringkasan informasi dari konsep

yang akan dipelajari oleh siswa yang dihubungkan dengan struktur kognitif siswa.

Kedua, harus memiliki konsep yang relevan terhadap struktur kognitif siswa.

Ketiga, siswa harus memilih untuk menghubungkan dan mengintegrasikan pengetahuan dengan pengetahuan yang telah dimiliki yang relevan dalam struktur kognitifnya. Faktor motivasi berperan penting dalam hal ini, karena siswa tidak akan mengintegrasikan pengetahuan baru yang mereka peroleh apabila siswa tidak memiliki keinginan dan tidak memiliki pengetahuan tentang bagaimana cara melakukannya. Guru harus mengatur agar materi pembelajaran tidak dipelajari dengan menghafal (Novak, 2011).

Siswa dapat membangun pengetahuan mereka sendiri melalui menghubungkan isu atau konsep baru dengan pengalaman belajar yang ada, dan menciptakan hubungan dari konsep yang sedang dipelajari. Hal ini dikenal dengan membangun makna, pembelajaran yang mengkondisikan siswa untuk membangun makna dengan fokus pada aktivitas dalam menggunakan pengetahuan yang berdampak pada pembentukan siswa yang kritis dan kreatif.

Pembelajaran yang didasari pada penyelesaian masalah merupakan suatu pembelajaran rasional yang akan membangkitkan kreativitas siswa. Pembelajaran yang dapat membangkitkan motivasi untuk mengintegrasikan pengetahuan baru ke dalam pengetahuan sebelumnya akan lebih bermanfaat untuk siswa (Novak, 2011). Selain itu, apabila suatu pembelajaran dapat diintegrasikan dengan aktivitas dan membantu membimbing serta menjelaskan aktivitas yang dilakukan, maka akan berdampak pada pemahaman yang lebih baik.

G. Kualitas Produk Pembelajaran

Salah satu hasil dalam penelitian pengembangan adalah diperolehnya produk yang berkualitas yang dirancang untuk mengembangkan pengetahuan dan menyelesaikan masalah pendidikan yang kompleks (Nieveen, 1999). Kriteria kualitas ditinjau dari tiga aspek, yaitu: validitas (*validity*), kepraktisan (*practically*), dan keefektifan (*effectiveness*). Validitas dihubungkan pada dua hal, yaitu produk yang didesain berdasarkan rasional teoritik (*state-of-the-artknowledge*) yang kuat (validitas isi) dan terdapat konsistensi pada bagian produk yang dikembangkan. Keefektifan suatu produk didasarkan pada penggunaan produk yang memberikan hasil seperti yang diharapkan.

Bahan ajar elektronik pemanasan global dikatakan memiliki validitas yang baik jika bagian dari bahan ajar yang dikembangkan dilandasi dengan rasional teoritik yang kuat. Hal ini dimaksudkan bahwa bahan ajar elektronik pemanasan global yang dikembangkan harus didukung oleh teori yang cukup luas dan teori yang digunakan saling mendukung untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

Kepraktisan bahan ajar elektronik pemanasan global didasarkan pada penilaian ahli dan hasil penilaian pengamat. Hasil penilaian ahli didasarkan pada penguasaan materi sehingga bahan ajar yang dikembangkan dapat diimplementasikan dengan baik. Berdasarkan hasil penilaian dan pengamatan, keterlaksanaan bahan ajar elektronik pemanasan global yang dikembangkan memiliki kategori baik.

Keefektifan produk bahan ajar elektronik pemanasan global ditentukan dari keefektifan pelaksanaan bahan ajar saat kegiatan pembelajaran. Pembelajaran dikatakan efektif jika siswa terlibat aktif dalam menemukan hubungan dari informasi yang diberikan. Tolak ukur keefektifan suatu produk didasarkan pada pengalaman belajar menggunakan produk hasil pengembangan yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Proses pembelajaran yang efektif selain meningkatkan hasil belajar juga meningkatkan motivasi belajar siswa. Motivasi berkaitan dengan minat seseorang. Seseorang dikatakan memiliki minat pada suatu pembelajaran jika orang tersebut tertarik pada suatu objek dan memiliki keinginan untuk mempelajarinya lebih jauh. Minat dalam belajar terjadi karena pengalaman belajar yang menyenangkan, yang dinyatakan melalui respons siswa dalam kegiatan pembelajaran menggunakan bahan ajar elektronik.

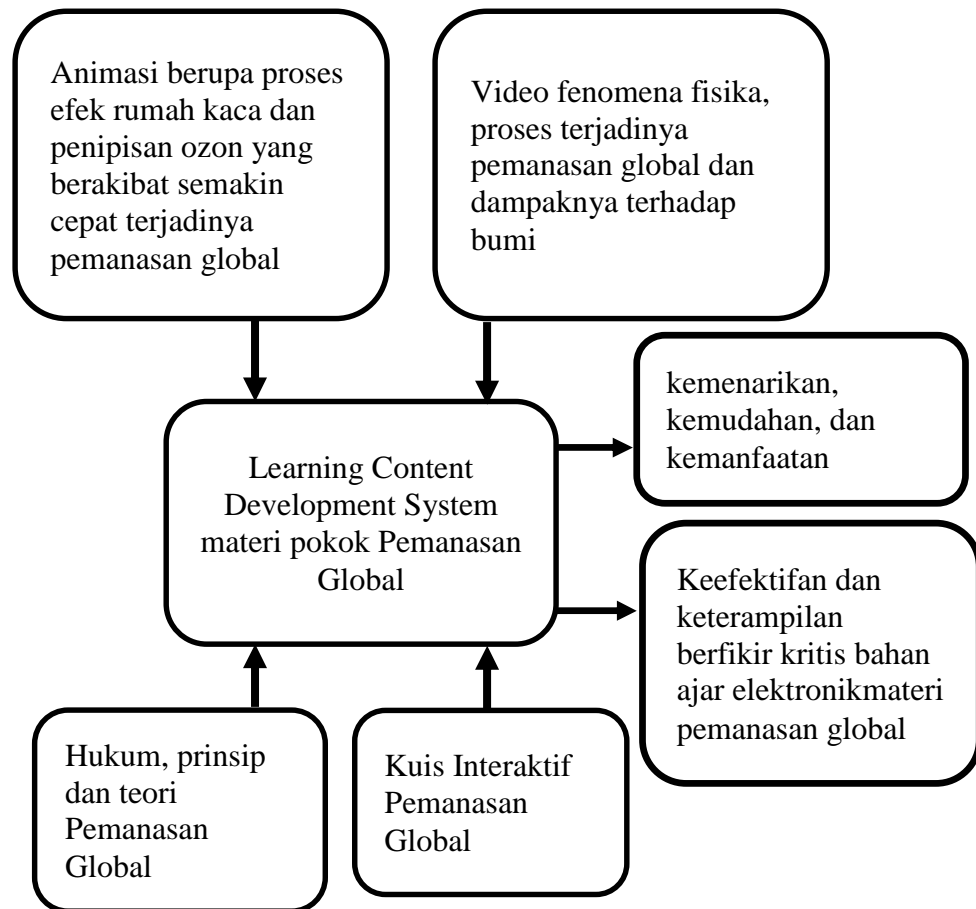
Kualitas bahan ajar elektronik pemanasan global ditentukan kelayakannya dengan kriteria validitas (*validity*), kepraktisan (*practically*), dan keefektifan (*effectiveness*) (Nieveen, 2007). Validitas terdiri dari validitas materi dan validitas desain. Validitas materi meliputi kesesuaian terhadap kebutuhan dan tuntutan kurikulum, sedangkan validitas desain didasarkan pada teori belajar dan desain bahan ajar yang dikembangkan. Data validitas diperoleh dari ahli pada bidang pendidikan fisika. Kepraktisan didasarkan pada observasi keterlaksanaan pembelajaran serta respons siswa saat menggunakan bahan ajar elektronik pemanasan global dalam kegiatan pembelajaran. Keefektifan ditentukan oleh hasil tes berpikir kritis yang dinyatakan dengan nilai *N-gain*.

H. Kerangka Pikir

Kemampuan berpikir kritis dapat tumbuh dan terasah, apabila proses pembelajaran yang dilaksanakan sesuai dengan standar proses dan standar isi pada peserta didik dengan menggunakan bahan ajar yang tepat sehingga menghasilkan belajar yang efektif. Pemilihan bahan ajar pembelajaran perlu ditinjau, hal ini dikarenakan pemilihan bahan ajar pembelajaran yang tepat turut mempengaruhi iklim, kondisi, dan lingkungan belajar yang diciptakan oleh guru kepada siswa. Multimedia interaktif merupakan perpaduan antara berbagai media yang berupa teks, gambar, suara, animasi, video yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat digunakan oleh pengguna. Keterampilan berpikir kritis berkaitan dengan kemampuan mengidentifikasi, menganalisis dan memecahkan masalah secara kreatif dan berpikir logis sehingga menghasilkan pertimbangan dan keputusan yang tepat. Pengembangan keterampilan berpikir kritis harus dilatih melalui pemberian stimulus. Pembelajaran berbasis simulasi dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pilihan pemberian stimulus untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Hal yang perlu diperhatikan dari pembelajaran sains menggunakan inkuiri, yaitu guru harus membantu siswa untuk belajar dan menggunakan keahlian keterampilan proses sains untuk memperoleh lebih banyak pengetahuan.

Pembelajaran sains melalui inkuiri baik digunakan karena memberi iklim yang subur bagi terciptanya kondisi belajar yang baik dan juga mengajak siswa untuk lebih banyak terlibat di dalam proses pembelajaran. Berdasarkan kerangka teori diatas maka disusunlah kerangka pikir seperti Gambar 2:



Gambar 2. Kerangka Pikir Bahan Ajar Elektronik Pemanasan Global

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (R&D) atau penelitian penelitian. Penelitian pengembangan menurut Borg *et al.*, (2003) adalah penelitian yang berorientasi untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian bahan ajar berupa bahan ajar elektronik siswa pada kompetensi dasar pemanasan global. Rangkaian tahap yang harus dilakukan seperti diungkapkan Borg *et al.*, (2003), yaitu penelitian awal dan pengumpulan informasi, perencanaan, penelitian produk awal, uji coba produk awal, revisi produk utama, uji coba produk utama, revisi produk operasional, uji coba produk operasional, revisi produk final, dan diseminasi dan implementasi.

B. Langkah-Langkah Penelitian

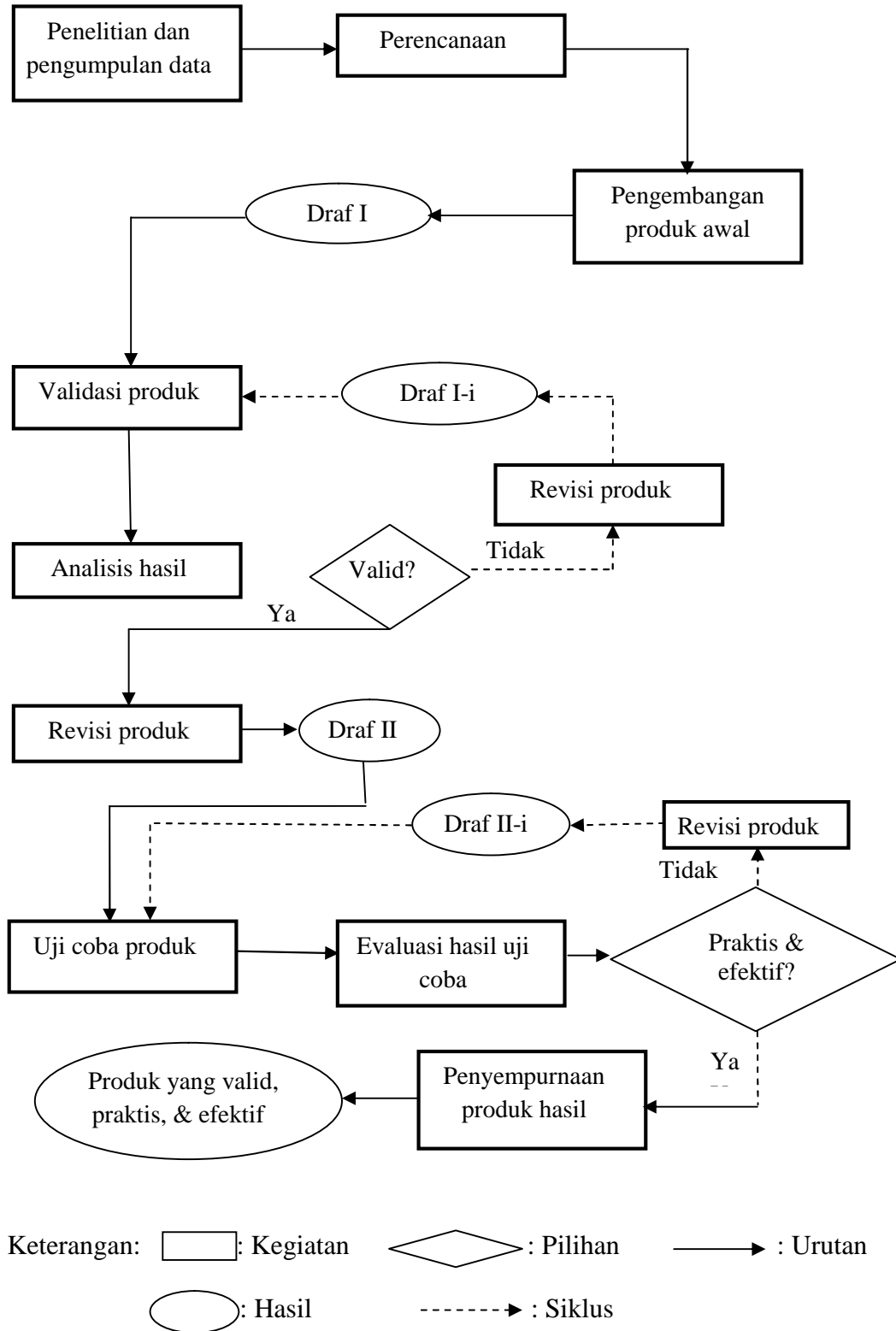
Penjelasan dari tiap-tiap langkah penelitian Borg *et al.*, (2003) dijelaskan seperti berikut 1) Melakukan penelitian pendahuluan (pra survei) dan pengumpulan data awal termasuk literatur, identifikasi permasalahan, dan merangkum permasalahan, 2) Melakukan perencanaan, hal penting dalam perencanaan adalah pernyataan tujuan yang harus dicapai produk yang akan dikembangkan, 3) Mengembangkan jenis/bentuk produk awal meliputi: penyiapan materi pembelajaran, penyusunan

bahan ajar elektronik , dan perangkat evaluasi, 4) Melakukan uji coba tahap awal, yaitu evaluasi pakar bidang desain pembelajaran, dan bahan ajar elektronik, 5) Melakukan revisi terhadap produk utama, berdasarkan masukan dan saran-saran dari hasil uji lapangan awal, 6) Melakukan uji coba lapangan, digunakan untuk mendapatkan evaluasi atas produk (angket dibuat untuk mendapatkan umpan balik dari siswa yang menjadi Objek Uji Coba penelitian, 7) Melakukan revisi terhadap produk operasional, berdasarkan masukan dan saran-saran hasil uji lapangan dan praktisi pendidikan 8) Melakukan uji lapangan operasional, 9) Melakukan perbaikan terhadap produk akhir, berdasarkan pada uji lapangan dan 10) Melakukan desiminasi dan implementasi produk, serta menyebarkan produk. Langkah-langkah prosedur penelitian dari tujuh langkah dari model penelitian Borg *et al.*, (2003) dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada penelitian penelitian ini implementasinya dibatasi hanya sampai pada langkah ke tujuh. Hal ini dilakukan karena keterbatasan, baik dari segi waktu maupun biaya pada penelitian ini. Pada penelitian ini langkah-langkah yang akan di lakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Pendahuluan

Pada tahap analisis kebutuhan (*need assessment*) yang dilakukan adalah studi literatur dan observasi lapangan yang mengidentifikasi potensi atau permasalahan. Literatur dapat berupa teori-teori, konsep, kajian yang berisi tentang model penelitian yang baik tentang materi pemanasan global dalam bentuk bahan ajar elektronik. Sedangkan observasi untuk mengumpulkan data awal yang dijadikan dasar penelitian.



Gambar 3. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Data yang didapatkan berupa gambaran kondisi pembelajaran yang berlangsung (meliputi kelengkapan administrasi, media pembelajaran, dan sarana prasarana), serta hasil belajar siswa. Dalam pengumpulan data awal, penulis melakukan analisis kebutuhan dengan melakukan survey menggunakan angket yang disebarakan kepada 5 guru fisika di SMA Negeri 9 Bandar Lampung serta dengan menyebarkan angket ke 30 siswa untuk memperoleh informasi awal terkait dengan kenyataan pembelajaran pemanasan global di sekolah. Penelitian pendahuluan dilakukan agar diketahui produk bahan ajar elektronik yang akan dibuat memang benar-benar penting dan dibutuhkan serta dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran. Instrumen yang digunakan dalam analisis kebutuhan dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Perencanaan Pembelajaran

Setelah dilakukan tahap analisis kebutuhan (*need assessment*) bahan ajar elektronik melalui observasi lapangan dan studi literatur untuk mengidentifikasi permasalahan, selanjutnya dilakukan perencanaan pembelajaran terhadap produk yang akan dikembangkan. Tahap ini yang dilakukan adalah menentukan format isi dan tampilan dari modul yang dikembangkan.

3. Desain Produk

Penelitian produk dilakukan berdasarkan naskah/ desain materi yang telah dirancang sebelumnya. Penelitian ini menggunakan beberapa software diantaranya *Microsoft Word*, *Bullzip pdf Printer*, *Adobe Reader*, *Calibre*, dan *Martview*. Materi yang ada harus disusun dan dibuat semenarik mungkin

menggunakan *Microsoft Word* yang kemudian dibuat bahan ajar elektronik berformat .pdf, .epub (*Elektronik Publication*), dan format .mobi. Ketiga format bahan ajar elektronik atau *e-book* ini memiliki kelebihan masing-masing. Desain produk merupakan gambaran dari cerita yang akan dibuat, maka dibuat mudah agar dimengerti. *Storyboard* merupakan deskripsi dari setiap *scene* yang secara jelas menggambarkan obyek multimedia serta perilakunya. *Storyboard* ini akan memuat: 1) sketsa atau gambaran layar, halaman atau *frame* 2) warna, penempatan dan ukuran grafik, 3) teks asli pada halaman atau layar, 4) warna, ukuran dan tipe font, 5) narasi, 6) animasi, 7) video, dan 8) audio. Rincian rencana *storyboard* dapat dilihat pada Lampiran 36

4. Uji Coba Produk Awal

Pada langkah uji coba produk tahap pertama ini, terdapat dua kegiatan inti yang dilakukan, yaitu evaluasi produk oleh ahli materi, ahli media, ahli bahasa. Uji coba ini dilakukan untuk menganalisis kendala yang terjadi, dan hasilnya dijadikan dasar untuk mengurangi kendala tersebut. Selain langkah evaluasi juga merupakan langkah yang melibatkan siswa untuk menilai produk hasil penelitian.

Uji ahli dilakukan menggunakan instrumen validasi bahan ajar elektronik, data hasil validasi bahan ajar elektronik dapat berupa masukan, tanggapan, kritik, dan saran perbaikan produk yang dituangkan dalam lembar validasi bahan ajar elektronik. Uji terbatas dilakukan dua tahap, yaitu uji coba satu lawan satu dan uji coba kelompok kecil. Subyek implementasi bahan ajar elektronik penerapan global adalah siswa kelas XI SMA Negeri 9 Bandar Lampung.

Validasi produk melibatkan 3 dosen fisika FKIP Unila dan 5 guru fisika di Bandar Lampung. Uji satu lawan satu dan kelas eksperimen untuk pengujian kelompok kecil yang dipilih mewakili kelompok nilai tinggi, sedang dan rendah. Uji coba ini menggunakan instrumen angket, yang berisi penilaian produk penelitian media. Angket responden diberi ruang untuk memberikan saran dan kritik bagi penelitian bahan ajar elektronik agar apa yang dikembangkan memenuhi kriteria produk yang baik. Penilaian pada tahap ini meliputi hal-hal sebagai berikut: 1) Kemudahan mengoperasikan bahan ajar elektronik, 2) Keterbacaan materi bahan ajar elektronik, dan 3) Isi materi bahan ajar elektronik.

5. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan dengan menganalisis kekurangan yang ditemui, kemudian segera melakukan perbaikan terhadap produk. Revisi produk operasional dilakukan setelah data-data hasil analisis uji coba tahap I telah didapatkan, dari data tersebut dapat dilihat hasil sementara penggunaan media. Selain dari data uji coba tahap II, juga dilakukan diskusi bersama teman sejawat serta meminta tanggapan dan masukan dari media yang dikembangkan. Hasil diskusi tersebut dapat digunakan untuk menyempurnakan produk media yang dikembangkan.

6. Uji Coba Lapangan

Pada tahap ini, peneliti kembali mengujicobakan produk dengan sasaran yang lebih luas, dilakukan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung. Tujuan dari tahapan penelitian ini adalah menentukan apakah produk yang

dikembangkan telah menunjukkan performansi sebagaimana kriteria yang telah ditetapkan melalui uji coba efektifitas, efisiensi dan daya tarik. Kisi-kisi dan instrumen untuk daya tarik dapat dilihat pada Lampiran 32, sedangkan instrumen untuk pengujian efektifitas dapat dilihat pada Lampiran 22.

Uji coba lapangan dilakukan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung. Tujuan dari tahapan penelitian ini adalah menentukan apakah produk yang dikembangkan telah menunjukkan performansi sebagaimana kriteria yang telah ditetapkan atau tidak. Uji coba lapangan terdiri dari uji coba efektifitas, efisiensi dan daya tarik. Pengujian efektifitas bahan ajar elektronik terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik digunakan metode *quasi experimental design* menggunakan desain pengujian *nonequivalent control group pretest-posttest*. Penggunaan prosedur penelitian ini dilakukan dengan memisahkan kelompok perlakuan (*treatment*) dan kelompok kontrol untuk kemudian diuji melalui *pretest* dan *posttest*. Keterampilan berpikir kritis dapat dilihat dari jawaban siswa pada saat *pretest* dan *posttest*. Dengan menghitung besarnya skor gain yang ternormalisasi (*N-gain*) diperoleh keterampilan berpikir kritis siswa, dengan memperoleh skor *N-gain* menggunakan rumus (Hake, 1998). Pengolahan statistik pada penelitian menggunakan *software SPSS (Statistical Product and Service Solution) version 21*.

7. Produk

Produk yang yang didapatkan adalah hasil akhir yang telah melewati uji tahap II, yang menyatakan bahwa produk siap digunakan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan pada tahap penelitian ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Teknik pengumpulan data pada penelitian penelitian ini adalah, 1) hasil *pretest* dan *posttest* untuk memperoleh data peningkatan hasil belajar dan efektifitas penggunaan Bahan ajar elektronik pada materi pokok pemanasan global, 2) efisiensi pemanfaatan bahan ajar elektronik pada materi pokok pemanasan global dilihat berdasarkan waktu pengerjaan uji praktik, dan 3) aspek kemenarikan dan kemudahan penggunaan bahan ajar elektronik pada materi pokok pemanasan global.

1. Definisi Konseptual dan Operasional

Efektifitas pembelajaran dapat dinyatakan sebagai tingkat keberhasilan dalam mencapai tujuan dan sasarannya, yang dapat dilihat dari hasil belajar siswa. Pembelajaran dikatakan efektif jika terjadi peningkatan hasil belajar sebagai wujud dari pencapaian tujuan pembelajaran. Secara operasional efektifitas pembelajaran adalah pengukuran perbandingan kemampuan siswa berdasarkan peningkatan hasil belajar sebelum dan setelah mengikuti pembelajaran. Pada penelitian ini akan menggunakan 2 kelompok/objek penelitian yang berbeda, dimana terdapat kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen merupakan kelas yang diberi perlakuan, sedangkan kelas kontrol yaitu kelas yang tidak dikenai perlakuan.

Pengukuran dilakukan untuk menilai proses pembelajaran dengan memanfaatkan bahan ajar multimedia interaktif yang dikembangkan.

Dilakukan pada dua aspek, yaitu aspek kognitif dan psikomotor yang masing-masing dilakukan *pretest* dan *posttest*. Untuk Kompetensi Dasar (KD) yang dinilai, pada aspek kognitif keempat KD dimasukkan pada penilaian, sedangkan pada aspek psikomotor KD pertama tidak dimasukkan pada komponen penilaian karena kemampuan psikomotor yang harus dikuasai pada KD pertama telah dianggap semua siswa menguasai.

Efisiensi adalah sebuah konsep yang mencerminkan perbandingan terbaik antara usaha dengan hasilnya, pada pembelajaran efisiensi dapat dilihat dari perbandingan waktu yang digunakan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dapat dilihat dari perbandingan waktu yang diberikan dengan waktu yang dibutuhkan oleh siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Daya tarik pembelajaran adalah suatu upaya meningkatkan motivasi siswa untuk tetap belajar sehingga membentuk pembelajaran yang berpusat pada siswa. Secara operasional daya tarik ditentukan berdasarkan data kualitatif yang diperoleh dari sebaran angket dan dikonversikan ke dalam data kuantitatif dan skor penilaian dihitung berdasarkan jumlah skor jawaban responden dibagi dengan jumlah skor penilain tertinggi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui daya tarik multimedia pembelajaran sebagai media pembelajaran guru di kelas

2. Kisi-Kisi dan Instrumen Penelitian

Angket digunakan pada uji coba tahap awal dan uji coba kelompok besar.

Aspek-aspek yang diamati dalam uji coba tahap awal dan uji coba kelompok

besar adalah: 1) Kemenarikan program pembelajaran (Lampiran 32), 2) kemudahan penggunaan (Lampiran 33), dan 3) kemanfaatan program dalam proses pembelajaran (Lampiran 34).

Pedoman validasi bahan ajar elektronik digunakan untuk mengumpulkan data evaluasi ahli desain pembelajaran, ahli materi, dan ahli media pembelajaran. Kisi-kisi uji ahli bahan ajar elektronik pemanasan global dapat dilihat pada Lampiran 12. Kisi-kisi instrumen untuk uji ahli desain dapat dilihat pada Lampiran 9.

Kisi-kisi instrumen untuk uji ahli media pembelajaran terdiri dari beberapa aspek. Berikut ini adalah aspek-aspek yang dinilai: 1) *Outline*, yang berisi tentang kesesuaian media dengan keilmuan, karakter siswa serta Kompetensi Dasar, 2) *Flowchart*, berisi tentang struktur media, *branching*, elemen, simbol dan keterbacaan, 3) *Storyboard*, berisi tentang layar, *system link*, konten, desain dan informasi tambahan, 4) Keinteraktifan media, 5) Kejelasan tampilan media, 6) Hasil penelitian media, dan 7) Efisiensi media.

D. Teknik Analisis Data

1. Uji Ahli

Instrumen penilaian uji ahli baik oleh ahli desain pembelajaran, ahli media dan ahli isi/materi, mengikuti skala Likert yang memiliki 4 pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan. Dari penilaian tersebut kemudian dilihat skor rata-ratanya kemudian diinterpretasikan kelayakannya.

Analisis data berdasarkan instrumen uji ahli dilakukan untuk menilai sesuai atau tidaknya produk yang dihasilkan sebagai sumber belajar dan media pembelajaran. Instrumen uji ahli oleh ahli desain dan ahli isi/materi pembelajaran, memiliki 2 pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu: “ya” dan “tidak”. Revisi dilakukan pada konten pertanyaan yang diberi pilihan jawaban “tidak”, atau para ahli memberikan masukan khusus terhadap media/prototipe yang sudah dibuat.

2. Uji Coba Satu Lawan Satu

Uji coba terbatas ini dimaksudkan untuk mengetahui respon dari siswa terhadap media yang sudah dibuat dan menilai kelayakan media untuk digunakan baik itu dari segi kemenarikan yaitu dari tampilan *cover*, *background* dan gambar yang terdapat didalam bahan ajar elektronik, selanjutnya kemudahan yaitu, kemudahan dalam mengoperasikan bahan ajar elektronik, kemudahan menggunakan tombol-tombol interaktif pada bahan ajar elektronik serta kemudahan dalam keterbacaan bahan ajar elektronik, kemudian dari segi kebermanfaatan yaitu, penggunaan bahan ajar elektronik mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa

Analisis data berdasarkan uji satu lawan satu dilakukan untuk menilai sesuai atau tidaknya produk yang dihasilkan sebagai sumber belajar dan media pembelajaran. Instrumen uji ahli oleh ahli desain dan ahli isi/materi pembelajaran, memiliki 2 pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu: “ya” dan “tidak”. Revisi dilakukan pada konten pertanyaan yang diberi pilihan jawaban “tidak”, atau para ahli memberikan masukan khusus terhadap media/prototipe yang sudah dibuat. Instrumen penilaian uji satu lawan satu memiliki 4 skala penilaian. Penilaian

kelayakan penelitian bahan ajar menurut penilaian calon pengguna (siswa) ini berdasarkan jumlah jumlah skor yang diperoleh kemudian dibagi dengan jumlah total skor dan hasilnya dikalikan dengan banyaknya pilihan jawaban. Kemudian skor penilaian dikonversi menjadi beberapa tingkat kelayakan yaitu seperti tersaji pada Tabel 2. Skor penilaian tersebut dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{skor penilaian} = \frac{\text{jumlah skor pada instrumen}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 4$$

Tabel 2. Penilaian Kualitas Penelitian Bahan Ajar Bahan Ajar Elektronik

Skor Penilaian	Rerata Skor	Klasifikasi
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

Sugiyono, (2015)

3. Uji Efektifitas

Penilaian dilakukan pada aspek kognitif dan psikomotor siswa melalui uji tertulis dan uji unjuk kerjanya yaitu mengerjakan soal evaluasi yang terdapat pada bahan ajar elektronik materi pokok pemanasan global. Bentuk desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain *Non Equivalent Pretest-Postest Control Group Design* (Sugiyono, 2015). Uji dilakukan dengan membandingkan keadaan kelas sebelum dan sesudah menerima perlakuan, Pada penelitian ini akan dikenakan 2 kelompok/objek penelitian yang berbeda, dimana terdapat kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen merupakan kelas yang diberi perlakuan, sedangkan kelas kontrol yaitu kelas yang tidak dikenai perlakuan.

Tabel 3. Penelitian *Non Equivalent Pretest-Posttest Control Group Design*

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

Sugiyono, (2010)

Keterangan:

O₁ = Nilai *pretest* (sebelum diberi perlakuan)

X₁ = Perlakuan berupa penggunaan bahan ajar elektronik

x₂ = perlakuan berupa penggunaan buku konvensional

O₂ = Nilai *posttest* (setelah diberi perlakuan)

Data kuantitatif akan diperoleh dari tes yang dilakukan sebanyak dua kali yaitu *pretest* dan *posttest* untuk kelompok eksperimen maupun kelas kontrol. Hasil tes tersebut kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar menggunakan multimedia interaktif pada siswa sebelum dan sesudah menggunakan multimedia interaktif, serta untuk mengetahui efektifitas penggunaan multimedia.

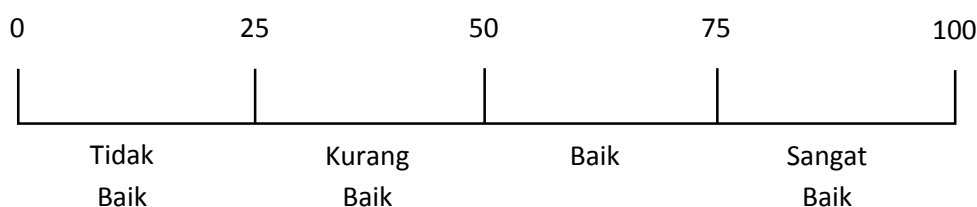
Sebelum dilakukannya analisis tingkat efektifitas, dilakukan uji normalitas dan *paired sample t- test*. Uji normalitas dilakukan untuk melihat bahwa kondisi kelas berada pada kurva normal dan layak untuk menjadi objek uji coba. Sedangkan *paired sample t- test* digunakan untuk mengetahui perbedaan antara hasil *pretest* dan *posttest* sebelum dan setelah penggunaan multimedia interaktif. Pengujian efektifitas dapat dilakukan dengan cara melihat gain ternormalisasinya.

Data kesesuaian dan kemanfaatan model pembelajaran pemanasan global diperoleh dari uji lapangan dari respon guru dan peserta didik. Angket respon terhadap model pembelajaran dinilai menggunakan *rating scale* yang memiliki empat kategori pilihan jawaban dan skornya dengan ketentuan : skor 4 (sangat

baik), 3 (baik), 2 (kurang baik) dan 1 (tidak baik). Teknik analisis data menggunakan analisis data yang dikemukakan oleh Sugiyono (2015) yang menjelaskan bahwa perhitungan *rating scale* ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{\text{Skor Hasil Perolehan}}{\text{Skor Ideal}} \times 100\%$$

Selanjutnya, dari hasil perhitungan tersebut diperoleh suatu nilai dan diinterpretasikan dengan menggunakan skala sebagai berikut :



Data kualitatif diubah berdasarkan bobot skor yang telah ditetapkan menjadi data kuantitatif, yaitu satu, dua, tiga dan empat. Data ini merupakan data kuantitatif yang selanjutnya dianalisis dengan statistik deskriptif.

Tabel 4. Kriteria Ketercapaian Validitas

Skor Presentase (%)	Interprestasi
0 – 25	Tidak Baik
25 – 50	Kurang Baik
50 – 75	Baik
75 – 100	Sangat Baik

Ratumanan (2003)

Pada pengujian efektivitas model pembelajaran pemanasan global dengan pendekatan saintifik dan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan, data dianalisis dan dibandingkan antara kelompok penelitian dan kelompok kontrol. Data kemampuan berpikir kritis adalah skor tes awal dan skor tes akhir. Data skor tes awal dan tes akhir tersebut dihitung untuk mengetahui

kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kegiatan analisis data dari kegiatan uji efektivitas dilakukan selain menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, juga digunakan analisis statistik kuantitatif, dengan analisis statistik uji t (*t-test*) untuk membandingkan kemampuan berfikir kritis antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol analisis nilai gain ternormalisasi skor *N-gain* digunakan (Hake, 1998) sebagai berikut.

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

Keterangan :

g	= skor <i>N-gain</i>
S_{post}	= Nilai <i>post-test</i>
S_{pre}	= Nilai <i>pre-test</i>
S_M	= Skor Maksimum

Tabel 5. Nilai Rata-Rata *Gain* Ternormalisasi dan Klasifikasinya

Rata-rata <i>Gain</i> Ternormalisasi	Klasifikasi	Tingkat Efektivitas
$(g) \geq 0,70$	Tinggi	Efektif
$0,30 < (g) < 0,70$	Sedang	Cukup Efektif
$0,30 > (g)$	Rendah	Kurang Efektif

Hake (1998: 3)

Selain itu uji efektifitas juga dilakukan untuk menilai kemampuan siswa pada ranah psikomotornya. Penilaian dilakukan dengan uji unjuk kerja, pada penilaian unjuk kerja ini Kompetensi Dasar (KD) yang diujikan adalah pada KD 2 sampai dengan 4, sedangkan KD yang pertama tidak dimasukkan dalam pengujian unjuk kerja karena telah dianggap semua siswa menguasai. Pada KD pertama keterampilan yang harus dikuasai siswa adalah membuka dan menutup program, dianggap semua siswa telah dapat melakukannya.

4. Uji Efisiensi

Pengukuran efisiensi penggunaan multimedia pembelajaran pembelajaran dilakukan dengan uji keterampilan siswa dalam menggambar. Berdasarkan pengujian tersebut akan diperoleh rasio dari perbandingan waktu yang disediakan (waktu yang diperlukan berdasarkan perencanaan pembelajaran) dengan waktu yang digunakan oleh siswa. Jika rasio waktu yang dipergunakan lebih dari 1, maka pembelajaran dikatakan efisiensinya tinggi, begitu juga sebaliknya. Adapun persamaan untuk menghitung efisiensi adalah seperti persamaan berikut ini.

$$Efisiensi = \frac{Waktu\ yang\ di\ perlukan}{Waktu\ yang\ digunakan}$$

5. Uji Daya Tarik

Data kualitatif akan diperoleh dari angket untuk mengetahui daya tarik multimedia pembelajaran sebagai media pembelajaran dalam memahami materi *Autocad 2 Dimensi*. Kualitas daya tarik dapat dilihat dari aspek kemenarikan dan kemudahan penggunaan yang ditetapkan berdasarkan indikator dengan rentang data.

Data kemudahan, kemenarikan, kemanfaatan media sebagai sumber belajar diperoleh dari uji lapangan kepada siswa sebagai pengguna. Angket respon terhadap penggunaan produk dinilai menggunakan skala likert yang memiliki 4 pilihan jawaban. Skor penilaian ini dapat dilihat dalam Tabel 6

Tabel 6. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat menarik	4
2	Menarik	3
3	Kurang menarik	2
4	Tidak menarik	1

Sudjana (2005: 47)

Pilihan jawaban dia atas juga berlaku pada komponen kemudahan dan kemanfaatan, menyesuaikan pada pilihan jawabannya. Penilaian instrumen total dilakukan dengan cara jumlah skor yang diperoleh kemudian dibagi dengan jumlah skor total dan hasilnya dikalikan dengan banyaknya pilihan jawaban. Skor penilaian tersebut dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\text{Skor Penilaian} = \frac{\text{Jumlah Skor Pada Instrumen}}{\text{Jumlah Pilihan Jawaban}}$$

Hasil dari skor penilaian tersebut kemudian dicari rata-ratanya dari sejumlah subjek uji coba dan dikonversikan dalam bentuk pernyataan penilaian untuk menentukan kualitas dan tingkat kemanfaatan produk yang dihasilkan berdasarkan pendapat pengguna. Klasifikasi kemenarikan, kemudahan dan kemanfaatan media didapatkan seperti pada Tabel 2. Klasifikasi dilakukan dengan cara menghitung rata-rata skor penilaian angket daya tarik, dan kemudian dilakukan generalisasi. Pengelompokkan berdasarkan rerata skor ini juga berlaku pada komponen kemudahan dan kemanfaatan.

$$\text{Nilai Interval} = \frac{\text{Skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah pilihan jawaban}}$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian dan pengembangan kesimpulan penelitian pengembangan ini adalah

1. Bahan ajar elektronik pemanasan global valid dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Bahan ajar elektronik pemanasan global memiliki konten berupa gambar/ fenomena alam, video mengenai dampak pemanasan global, simulasi hubungan perilaku manusia dengan terbentuknya gas rumah kaca, animasi dampak pemanasan global bagi kehidupan di bumi serta latihan soal interaktif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis.
2. Bahan ajar elektronik memiliki daya tarik, kemanfaatan dan kemudahan dioperasikan yang dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa dan memudahkan siswa untuk membawa dan menggunakan buku sebagai bahan belajar.
3. Bahan ajar elektronik pemanasan global efektif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal tersebut didasarkan pada peningkatan hasil belajar siswa yang dinyatakan oleh nilai *N-gain*.

B. Saran

Saran penelitian pengembangan ini adalah:

1. Guru disarankan menggunakan bahan ajar pembelajaran fisika sehingga dapat melatih siswa untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa itu sendiri dan menemukan suatu konsep berdasarkan suatu permasalahan.
2. Hendaknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keefektifan bahan ajar dalam lingkup yang lebih luas.
3. Bahan ajar elektronik pemanasan global dapat digunakan saat pembelajaran tatap muka dan non tatap muka. Pemanfaatan bahan ajar elektronik pada pembelajaran tatap muka perlu memperhatikan sarana di sekolah, seperti LCD proyektor, sumber listrik, dan laptop yang harus memadai.
4. Memastikan laptop atau perangkat lain yang akan digunakan telah diinstal software pendukung, seperti *Macromedia Flash* dan *Microsoft Silverlight*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aedo, I. & Monica, L. 2003. Digital contents for education. *Journal of Educational Technology and Society*. 6 (4).
- Anuradha, K. T & Usha H. S.2006. Use of e-books in an academic and research environment: a case study from the Indian Institute of Science. *Online at* <http://eprints.iisc.ernet.in/5890/1/ebook1-final.pdf> [diakses tanggal 3 April 2015]
- Ausubel, D. P. & Fitzgerald, D. 1961. Chapter V: Meaningful Learning and Retention Intrapersonal Cognitive Variables, *Review of Educational Research*. 31 (5): 500-510.
- Baron, R. A. Byrne. D. 1987. *Social Psychology: Understanding Human Interaction. 5th Edition*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Beothel, M., & Dimock, K. V. 2000. *Constructing knowledge with technology*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.
- Borg, W.R., Gall, M. D., Gall, J.P., 2003. *Educational Research (An Introduction)*. Seventh Edition. Pearson Education Inc.
- Browne. Keeley, L. 2007. *Asking the right questions :a guide to critical thinking*. Upper Saddle River, N.J. : Pearson Prentice Hall
- Chang, H.C., Dimlich, D.N., Yokokura, T., Mukherjee, A., Kankel, M.W., Sen, A., Sridhar, V., Fulga, T.A., Hart, A.C., Van Vactor, D., Artavanis-Tsakonas, S. 2008. Modeling spinal muscular atrophy in *Drosophila*. *PLoS ONE*. 3(9): e3209.
- Clulow, V. & Brace-Govan, J. 2001. Learning through bulletin board discussion: A preliminary case analysis of the cognitive dimension. *Paper presented in the Moving Online Conference II, September 2-4, 2001, Gold Coast, Australia*.
- Daryanto, 2013. *Inovasi Pembelajaran Efektif*. Bandung: Yrma Widya.
- De Jong, T. & Van Joolingen, W. R. 1998. Scientific Discovery Learning With Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*. 68 (2): 179-201.

- Dimiyati & Mujiono. 2003. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Djamarah, S.B., 2000, *Guru dan Anak Didik dalam Interaksi Edukatif*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Enkaningrum, T. 2011. Pengembangan buku sekolah elektronik berbasis multimedia sebagai sumber belajar kompetensi keahlian teknik komputer dan jaringan kelas X. *EJPTI 1 Volume 1 Nomor2, Oktober Tahun 2012*.
- Ennis, R. H. 2011. *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Sarasota USA: University of Illinois.
- Erina, R., & Kuswanto, H. 2015. Pengaruh model pembelajaran instad terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar kognitif fisika di SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA, 1(2)*, 202-211.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S., & LeMaster, R. 2005. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*3 (1).
- Fitriawatti, N. 2010. *Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) Dalam Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran IPS Terpadu Kelas VII DI MTsN Salorejo Blitar*. Jurusan Pendidikan IPS. Fakultas Tarbiyah, Universitas Islam Negri (UIN) Maulana Malik Ibrahim, Malang, Diakses dari <http://lib.uin-malang.ac.id/fullchapter/0613006.pdf> pada selasa, 2 agustus 2016
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 66 (1): 64-74.
- Holliday, W.G., 2002. Selecting A Science Textbook, *Science Scope* 25 (4); 16
- Huang, W. & Cheung, W. 2005. Proposing a Framework to Assess Internet Usage in University Education: An Empirical Investigation from a Students Perspective. *British Journal of Educational Technology*. 36 (2). <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2005.00455.x>
- Illeris, K. 2007. *How We Learn: Learning and Non-Learning in School Beyond*. Newyork. Routledge, Madison Avenue.
- Iswanto, H. 2005. “Teknologi Informasi untuk pendidikan dan problematikanya; “Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2005” Jurusan Fisika FMIPA UNJ, Jakarta.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. 2001. Computer Simulations in Physics Teaching

and Learning: A Case Study on Students' Understanding of Trajectory Motion. *Journal of Computers & Education*, 36, 183-204.

Jonias, H. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran E-Module Terhadap Prestasi Belajar Siswa dalam Mata Pelajaran Muatan Lokal Elektronika di SMPN 6 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. 3 (3): 645-649.

Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. 2009. *Models of teaching (8th ed)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.

Kemendikbud. 2013. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 59 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 SMA/MA*. Jakarta: Kemendikbud.

Lee, S. H., & Boling, E. 1999. Screen design Guidelines for Motivation in Interactive Multimedia Instruction: A Survey and Framework for Designers. *Educational Technology*. 39: 19-26.

Lestari, I. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Padang: Akademia Permata.

Liliasari. 2005. Pembelajaran sains sebagai wahana pengembangan berpikir siswa dalam meningkatkan implementasi kurikulum 2004. *Seminar Nasional Pendidikan IPA ke-2*, Sekolah Pascasarjana UPI, September 2005

Lowenthal, P., & Muth, R. 2008. Constructivism. *Encyclopedia of the social and cultural foundations of education*, 177-179. Thousand Oaks, CA: Sage.

Mayer, J. D., Caruso, D. R., & Salovey, P. 1999. Emotional intelligence meets traditional standards for an intelligence. *Intelligence*. 27 (4): 267-298.

Mayer, R. E. 2001. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.

_____. 1996. Learners as Information Processors: Legacies and Limitations of Educational Psychology's Second Metaphor. *Educational Psychologist*. 31: 151-161.

_____. 1992. Cognition and Instruction: Their Historic Meeting Within Educational Psychology. *Journal of Educational Psychology*. 84 (4): 405-412.

Mayer, R. E. & Moreno, R. 2002. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*. 14 (1): 87-99.

McKagan, S.B., Perkins, K.K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., & Wieman, C.E. 2008. Developing and Researching PhET Simulation for Teaching Quantum Mechanics. *American Journal of Physics*, 76 (4-5): 406-417.

- Merriam, S. B. & Caffarella, R. S. 1999. *Learning in Adulthood: A Comprehensive Guide, Second Edition*. San Fransisco, CA: Jossey-Bass.
- Miri, B., David, B.C. & Uri, Z. 2007. Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in Science Education*, 37(4), 353–369.
- Munir, R. 2008. *Kurikulum Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung: Alfabeta.
- Nandi. 2006. Penggunaan Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Geografi di Persekolahan. *Jurnal GEA Jurusan Pendidikan Geografi*. 6 (1): 1-9.
- Nevid, J. S. 2009. *Psychology Concepts and Application 3rd ed*. Boston-USA: Houghton Mifflin Company.
- Nieveen, N. 2007. An introduction to educational design research. In *Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China)* 23-26.
- _____.1999. *Prototyping to Reach Product Quality*. Jan Van den Akker, Robert Maribe Branek, Ken Gustafson, and Tjeerd Plomp. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Novak, J. D. 2011. A Theory of Education: Meaningful Learning Underlines the Constructive Integration of Thinking, Feeling, and Acting Leading to Empowerment for Commitment and Responsibility. *Meaningful Learning Review*. 6 (2). 1-14.
- Novana, T., Sukaesih, S. & Prasetyo, A. P.B. 2012. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbahasa Inggris Materi Vertebrata Sebagai Suplemen Pembelajaran di SMA. *Unnes Journal of Biology Education*. 1 (1): 40-46.
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Rachmayanti, N Bondan Dewanto, dan Arie Saraswati, 2003. "Analisis dan Perancangan Perangkat Ajar Fisika Dinamika Gerak Lurus untuk SMU 44 Kelas I Berbasiskan Multimedia", *Tugas Akhir*, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- Ratumanan, T. G. 2003. Pengaruh Model Pembelajaran Dan Gaya Kognitif Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa SLTP Di Kota Ambon. *Jurnal Pendidikan Dasar*. 5 (1): 1–10.
- Rehalat, A. 2014. Model Pembelajaran Pemrosesan Informasi. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*. Unpatti, Ambon 23 (2): 1-11.

- Rizqi, A. M., Parmin, P., & Nurhayati, S. 2013. Pengembangan Modul IPA Terpadu Berkarakter Tema Pemanasan Global untuk Siswa SMP/MTs. *Unnes Science Education Journal*, 2(1).
- Ruhimat, T. 2011. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Santrock, J. W. 2008. *Educational Psychology*. Third Edition. Singapore : McGraw-Hill International Edition.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. 1995. Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*. 35 (5): 31-38.
- Schafersman, S. D. 2006. An Introduction to Critical Thinking. January 1991. *URL*:< www.freeinquiry.com/critical-thinking.html>.
- Shuell, T. J. 1986. Cognitive Conceptions of Learning. *Review of Educational Research*. 56: 411-436.
- Situmorang, M. 2014. Pengembangan buku ajar kimia Sma melalui inovasi pembelajaran dan integrasi pendidikan karakter untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Prosiding SEMIRATA 2013*, 1 (1).
- Slavin, R. E. 2008. Perspectives on evidence-based research in education- What works? Issues in synthesizing educational program evaluations. *Educational researcher*. 37 (1): 5-14.
- Snyder, L.G. & Snyder, M.J. 2008. Teaching Critical Thinking and Problem Solving Skills. *The Delta Pi Epsilon Journal*. 1 (2): 90-99.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistik*. Bandung: PT. Tarsito Bandung
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta
- Susilawati, D. 2012. *Upaya Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis Melalui Metode Pembelajaran Cooperative Script Pada Mata Pelajaran IPS Kelas VII A SMP N 4 Kalasan* <http://eprints.uny.ac.id/8556/>.
- Tawil, M., & Liliyasi. 2013. *Berpikir Kompleks dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Makasar: Badan Penerbit UNM.
- Thompson, C. 2011. Critical Thinking Across the Curriculum: Process Over Output. St Bonaventure University. *Internasional Journal Of Humanities and Social Science*. 1 (9): 1-7

- Wibowo, T. P., Endang, S. M. & Dewi, N. K. 2014. Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Multimedia Book Pada Materi Sistem Organisasi Kehidupan di SMP. *Unnes Journal of Biology Education*. 3 (1): 101-109.
- Widodo, C. & Jasmadi. 2008. *Buku Panduan Menyusun Bahan Ajar*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Wilson, J. R. 1995. A framework and a context for ergonomics methodology. *Evaluation of human work—a practical ergonomics methodology*. London, UK: Taylor & Francis.
- Wiyono, K., Liliyasi, Setiawan, A., Paulus, C.T. 2012. Model Multimedia Interaktif Berbasis Gaya Belajar untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pendahuluan Fisika Zat Padat. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 8: 74-82.
- Woolfolk, A. 2009. *Educational Psychology. Active Learning Edition Edisi 10*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yulistiana, Y. 2015. Penelitian Pembelajaran berbasis SETS (Science, Environment, Technology, and Society) dalam Pendidikan Sains. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*. 5 (1).