

**PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF PEMANASAN  
GLOBAL DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK  
PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR  
KRITIS SISWA KELAS XI**

(Tesis)

Oleh  
Budi Susanto



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRAK**

### **PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF PEMANASAN GLOBAL DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI**

**Oleh**

**Budi Susanto**

Keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan oleh setiap individu untuk menyikapi permasalahan kehidupan yang dihadapi. Kenyataan menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa-siswa Indonesia masih rendah. Keterampilan ini perlu dilatih melalui pemberian stimulus yang menuntut seseorang untuk berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan untuk mewujudkan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Desain pengembangan dilaksanakan dengan model pengembangan Borg & Gall (1989) yang dilaksanakan dalam empat tahap penelitian, yaitu tahap pengumpulan informasi, tahap perencanaan, tahap pengembangan produk, dan tahap evaluasi produk. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 2 Pringsewu. Multimedia interaktif pemanasan global terdiri atas serangkaian kegiatan pembelajaran, meliputi aktivitas mengamati, mendiskusikan hasil pengamatan, melakukan percobaan, melakukan penalaran dan mengomunikasikan hasil kegiatan pembelajaran. Multimedia interaktif pemanasan global yang dikembangkan memenuhi validitas isi dan konstruktif, serta efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sebesar 0,64. Penggunaan multimedia interaktif pemanasan global lebih efektif daripada pembelajaran konvensional. Tingkat kemenarikan, kemudahan pengoperasian, dan kemanfaatan terhadap multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik berturut-turut adalah sangat tinggi (80,49%), tinggi (79,04%), dan sangat tinggi (82,58%).

**Kata kunci:** berpikir kritis, multimedia interaktif, pemanasan global, pendekatan saintifik

## **ABSTRAK**

### **THE INTERACTIVE MULTIMEDIA DEVELOPMENT OF GLOBAL WARMING THROUGH SCIENTIFIC APPROACH TO THE IMPROVEMENT STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS OF XI<sup>th</sup> GRADE**

**By**

**Budi Susanto**

Critical thinking skills are greatly needed by each individual to solve the problems. The facts show that the critical thinking skills of Indonesian students still low. These skills need to be trained through a stimulus that requires a students to think critically. The aim of this research was to create interactive multimedia global warming with a scientific approach that can be used to enhance students' critical thinking skills. The Design development implemented Borg & Gall development model (1989) carried out in four stages of the research, namely the information gathering stage, the planning stage, the stage of product development and product evaluation stage. This research was conducted at SMAN 2 Pringsewu. Interactive multimedia global warming consists of a series of learning activities, such as observe, discuss the results of observation, experiment, reasoning, and communicating the results of learning activities. Interactive multimedia global warming which is developed appropriate with the content and construct validity and effectively improve students' critical thinking skills of 0.64. The use of interactive multimedia global warming is more effective than conventional learning. The students' response to the attractiveness, ease of operation and benefit of the interactive multimedia global warming with scientific approach is very high (80.49%), high (79.04%), and very high (82.58%).

**Keywords:** critical thinking, interactive multimedia, global warming, scientific approach

**Pengembangan Multimedia Interaktif Pemanasan Global dengan  
Pendekatan Saintifik untuk Peningkatan Keterampilan  
Berpikir Kritis Siswa Kelas XI**

**Oleh**

**Budi Susanto**

**Tesis**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai 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  
2016**

Judul Tesis : Pengembangan Multimedia Interaktif Pemanasan Global dengan Pendekatan Saintifik untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI

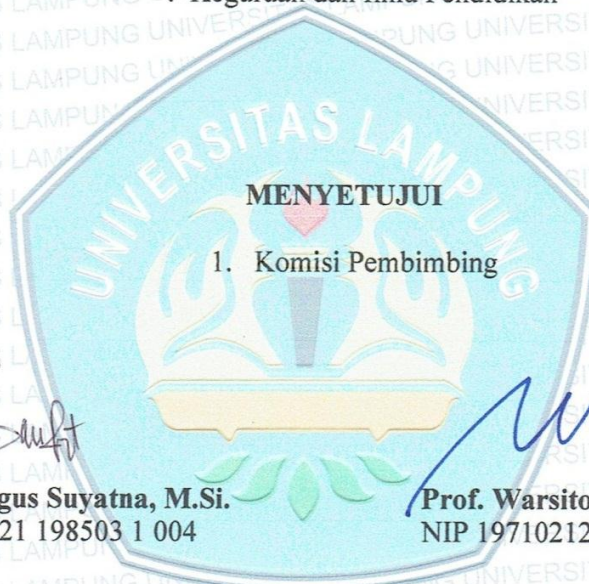
Nama Mahasiswa : Budi Susanto

Nomor Pokok Mahasiswa : 1423022003

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

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

  
Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D.  
NIP 19710212 199512 1 001

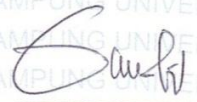
2. Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika

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

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

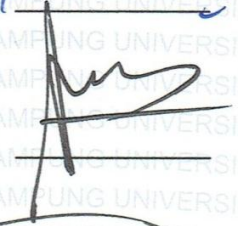
**Ketua : Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**



**Sekretaris : Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D.**



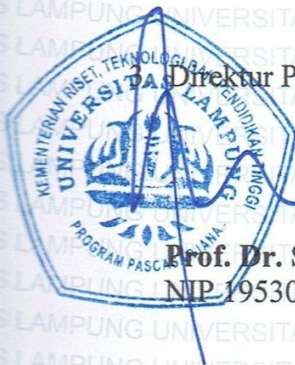
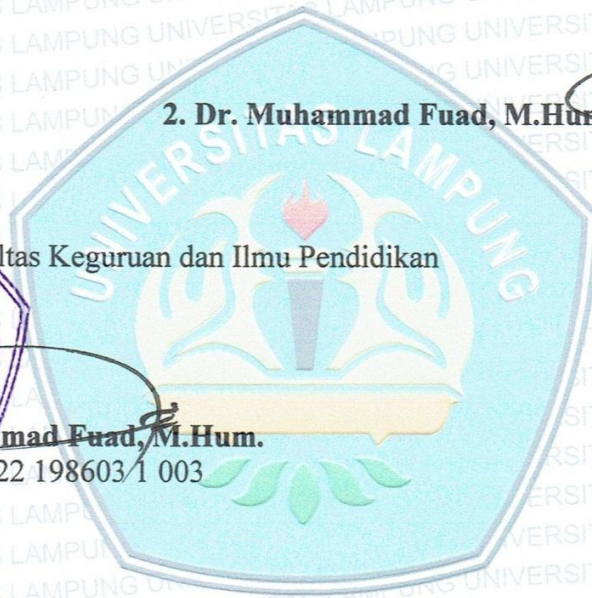
**Penguji Anggota : 1. Dr. Abdurrahman, M.Si.**



**2. Dr. Muhammad Fuad, M.Hum.**



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



**Direktur Program Pascasarjana**

**Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.**  
NIP. 19530528 198103 1 002

**Tanggal Lulus Ujian Tesis: 16 Agustus 2016**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Budi Susanto

NPM : 1423022003

Fakultas/Jurusan : FKIP/Pendidikan MIPA

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Alamat : Jl. Raden Gunawan II Sukamaju, Gg. Melati VI,

Kel. Raja Basa Pemuka, Kec. Raja Basa, Bandar Lampung

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

Bandar Lampung, Juli 2016  
Yang menyatakan,



METERAI  
TEMPEL  
TOL  
4CCBEAEF135713185  
6000  
ENAM RIBURUPIAH

Budi Susanto  
NPM. 1423022003

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Umbul Solo, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung pada tanggal 04 Oktober 1982 dari ayah yang bernama Narto Suwito dan ibu bernama Ngatiyem. Penulis merupakan anak bungsu dari enam bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Negeri Agung Lampung Tengah pada tahun 1994, dan melanjutkan pendidikan lanjutan tingkat pertama di SLTP Negeri 2 Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran dan menyelesaikannya pada tahun 1997. Pada tahun 2000 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Pringsewu. Pada pertengahan tahun 2006 penulis menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana (S1) di Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Pada pertengahan tahun 2009 penulis menyelesaikan pendidikan Akta IV di Institut Agama Islam Raden Intan Lampung. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Tahun 2010 penulis diangkat sebagai CPNSD Kabupaten Pringsewu dan bertugas di SMA Negeri 1 Adiluwih, kemudian mutasi ke SMA Negeri 2 Pringsewu tahun 2012 sampai dengan sekarang.

## **MOTTO**

“Barangsiapa bertaqwa kepada Allah niscaya Dia akan mengadakan baginya jalan keluar, dan memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangkanya. Barangsiapa yang bertawakkal kepada Allah niscaya Allah akan mencukupkan (keperluan)nya. Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan yang (dikehendaki)Nya. Sesungguhnya Allah telah mengadakan ketentuan bagi tiap-tiap sesuatu”  
(QS. Ath Thalaq (65): 2-3)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sungguh sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”  
(Q.S. Al-Insyirah (94): 5-8)

## **PERSEMBAHAN**

Dengan kerendahan hati, mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT serta Shalawat atas Rasulullah Muhammad SAW, penulis mempersembahkan karya besar ini sebagai tanda bakti, cinta, kasih sayang, dan terima kasih penulis kepada pihak-pihak di bawah ini.

1. Istri penulis, Nurjanah, dan anak penulis, Muhammad Dzaky Atha Narendra, yang selalu memberikan semangat dan menantikan keberhasilan penulis.
2. Bapak dan Mamak tercinta, dengan ketulusan doa, senyum, dan usaha keras serta kasih sayang yang tak pernah putus, senantiasa memberikan semangat optimis untuk mewujudkan impian dan cita-cita demi keberhasilan dan kebahagiaan penulis.
3. Kakak-kakak penulis, yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan doa bagi penulis.
4. Para pendidik yang penulis hormati, yang telah mengajar dengan penuh kesabaran.
5. Almamater tercinta.

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Multimedia Interaktif Pemanasan Global dengan Pendekatan Saintifik untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini.

1. Bapak Prof. Dr. Sudjarwo, M.S., 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 Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D., selaku Pembimbing II yang telah memotivasi, membimbing, dan mengarahkan penulis selama penulisan tesis.
5. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembahas, sekaligus Validator I, yang banyak memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun.

6. Ibu Dr. Herpratiwi, M.Pd., selaku Validator II, terima kasih atas segala masukannya.
  7. Bapak dan Ibu Dosen Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung.
  8. Bapak Jumiran, S.Pd., selaku Kepala Sekolah di SMA Negeri 2 Pringsewu, terimakasih atas bimbingan, masukan, pengertian serta pemberian izin selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.
  9. Seluruh rekan-rekan guru, staff TU, serta anak-anak murid yang penulis banggakan di SMA Negeri 2 Pringsewu.
  10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Magister Pendidikan Fisika 2014 : Pak Malik, Pak Anwar, Bu Eka, Bu Emil, Bu Fera, 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 pahala di sisi Allah SWT dan semoga tesis ini dapat bermanfaat. Amin.

Bandar Lampung, Juli 2016  
Penulis,

**Budi Susanto**

## DAFTAR ISI

|                                                                     | <b>Halaman</b> |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                             | <b>xiii</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                           | <b>xv</b>      |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                          | <b>xvi</b>     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                        | <b>xviii</b>   |
| <br><b>I. PENDAHULUAN</b>                                           |                |
| A. Latar Belakang Masalah .....                                     | 1              |
| B. Rumusan Masalah .....                                            | 6              |
| C. Tujuan Penelitian .....                                          | 6              |
| D. Manfaat Penelitian .....                                         | 7              |
| E. Ruang Lingkup Penelitian .....                                   | 8              |
| <br><b>II. LANDASAN TEORI</b>                                       |                |
| A. Kajian Teori .....                                               | 9              |
| 1. Teori Pemrosesan Informasi .....                                 | 9              |
| 2. <i>Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)</i> ..... | 14             |
| 3. Multimedia Interaktif .....                                      | 16             |
| 4. Model Simulasi .....                                             | 18             |
| 5. <i>Macromedia Flash 8</i> .....                                  | 20             |
| 6. Pendekatan Saintifik .....                                       | 22             |
| 7. Keterampilan Berpikir Kritis .....                               | 24             |
| 8. Pemanasan Global .....                                           | 25             |
| B. Kerangka Pikir .....                                             | 29             |
| <br><b>III. METODE PENELITIAN</b>                                   |                |
| A. Model Pengembangan .....                                         | 32             |
| B. Tahapan Penelitian .....                                         | 34             |
| 1. Tahap Pengumpulan Informasi .....                                | 34             |
| 2. Tahap Perencanaan.....                                           | 35             |
| 3. Tahap Pengembangan .....                                         | 35             |
| 4. Tahap Evaluasi .....                                             | 36             |
| C. Lokasi dan Subjek Penelitian .....                               | 37             |
| D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data .....                           | 39             |
| 1. Analisis Dokumen dan Kajian Pustaka .....                        | 39             |
| 2. Wawancara .....                                                  | 40             |

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. Observasi .....                                                                          | 40  |
| 4. Angket .....                                                                             | 40  |
| 5. Tes .....                                                                                | 41  |
| E. Teknik Analisis Data .....                                                               | 45  |
| 1. Analisis Data pada Tahap Pengumpulan Informasi .....                                     | 45  |
| 2. Analisis Data pada Tahap Evaluasi Produk .....                                           | 46  |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                                             |     |
| A. Hasil Penelitian Pengembangan .....                                                      | 50  |
| 1. Pengumpulan Informasi .....                                                              | 50  |
| a. Hasil Studi Pustaka .....                                                                | 50  |
| b. Hasil Studi Lapangan .....                                                               | 51  |
| 2. Perencanaan.....                                                                         | 52  |
| 3. Pengembangan Produk .....                                                                | 54  |
| a. Pembuatan <i>Interface</i> .....                                                         | 55  |
| b. Pengkodean .....                                                                         | 62  |
| c. Pengujian .....                                                                          | 64  |
| d. <i>Publish</i> .....                                                                     | 68  |
| e. Pemaketan .....                                                                          | 68  |
| 4. Tahap Evaluasi Produk .....                                                              | 68  |
| a. Uji Ahli .....                                                                           | 68  |
| b. Uji Perorangan .....                                                                     | 75  |
| c. Uji Lapangan .....                                                                       | 77  |
| B. Pembahasan .....                                                                         | 100 |
| 1. Pengaruh Penerapan MIPG terhadap Keterampilan Berpikir Kritis .....                      | 100 |
| 2. Respon Siswa terhadap Pembelajaran Materi Pemanasan Global dengan Menggunakan MIPG ..... | 105 |
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                                              |     |
| A. Kesimpulan .....                                                                         | 108 |
| B. Saran .....                                                                              | 109 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                                                 | 110 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                                                                       | 114 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                     | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1. Jenis-Jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global .....                            | 28      |
| Tabel 3.1. Desain <i>Nonequivalent Control Group Design</i> .....                                         | 37      |
| Tabel 3.2. Subjek Penelitian pada Tahap Pengumpulan Informasi .....                                       | 38      |
| Tabel 3.3. Subjek Penelitian pada Tahap Evaluasi Produk .....                                             | 39      |
| Tabel 3.4. Pedoman Pemberian Skor Soal Uraian Berpikir Kritis .....                                       | 42      |
| Tabel 3.5. Klasifikasi Koefisien Korelasi .....                                                           | 43      |
| Tabel 3.6. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis .....                        | 44      |
| Tabel 3.7. Kriteria Tingkat Gain .....                                                                    | 47      |
| Tabel 3.8. Skor Penilaian terhadap Pilihan Jawaban .....                                                  | 48      |
| Tabel 3.9. Tafsiran Skor Penilaian Menjadi Pernyataan Nilai Kualitas .....                                | 49      |
| Tabel 4.1. <i>Action Script 2.0</i> yang Digunakan dalam MIPG .....                                       | 63      |
| Tabel 4.2. Pengujian Naviagasi dan Tombol .....                                                           | 64      |
| Tabel 4.3. Rekapitulasi Hasil Uji Ahli Media .....                                                        | 75      |
| Tabel 4.4. Statistik Deskriptif Data Nilai Hasil <i>Pretest</i> .....                                     | 82      |
| Tabel 4.5. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i> .....                                                 | 84      |
| Tabel 4.6. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i> .....                                                | 85      |
| Tabel 4.7. Perbedaan Rata-Rata Data <i>Pretest</i> .....                                                  | 86      |
| Tabel 4.8. Statistik Deskriptif Data Nilai Hasil <i>Posttest</i> .....                                    | 87      |
| Tabel 4.9. Hasil Uji Normalitas Data <i>Posttest</i> .....                                                | 89      |
| Tabel 4.10. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Posttest</i> .....                                              | 90      |
| Tabel 4.11. Perbedaan Rata-Rata Data <i>Posttest</i> .....                                                | 90      |
| Tabel 4.12. Hasil Uji Berpasangan Homogenitas Kelas Eksperimen .....                                      | 92      |
| Tabel 4.13. Rata-Rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol ..... | 93      |
| Tabel 4.14. Rata-Rata <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Tiap Indikator .....                     | 94      |
| Tabel 4.15. Tabel Uji Kemenarikan, Kemudahan Pengoperasian, dan Kemanfaatan MIPG .....                    | 99      |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b>                                                                                                                                                       | <b>Halaman</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1. Pemrosesan Informasi dalam Memori .....                                                                                                                 | 10             |
| Gambar 2.2. Teori Kognitif tentang Pembelajaran Berbantuan<br>Multimedia .....                                                                                      | 13             |
| Gambar 2.3. <i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i> (TPACK) ....                                                                                         | 15             |
| Gambar 2.4. Kerangka Pikir Multimedia Interaktif Pemanasan Global .....                                                                                             | 31             |
| Gambar 3.1. Alur Tahap Penelitian dan Pengembangan .....                                                                                                            | 33             |
| Gambar 4.1. <i>Flowchart</i> Multimedia Interaktif Pemanasan Global dengan<br>Pendekatan Saintifik .....                                                            | 53             |
| Gambar 4.2. <i>Interface</i> Halaman Intro .....                                                                                                                    | 55             |
| Gambar 4.3. <i>Interface</i> Halaman Utama .....                                                                                                                    | 56             |
| Gambar 4.4. <i>Interface</i> Halaman Petunjuk .....                                                                                                                 | 57             |
| Gambar 4.5. <i>Interface</i> Halaman Kompetensi .....                                                                                                               | 58             |
| Gambar 4.6. <i>Interface</i> Halaman Kegiatan Pembelajaran Dampak dan<br>Alternatif Solusi Pemanasan Global pada Aktivitas<br>Pengamatan .....                      | 59             |
| Gambar 4.7. <i>Interface</i> Simulasi Efek Rumah Kaca .....                                                                                                         | 60             |
| Gambar 4.8. <i>Interface</i> Simulasi Aktivitas Manusia .....                                                                                                       | 61             |
| Gambar 4.9. <i>Interface</i> Halaman Profil dan Referensi .....                                                                                                     | 61             |
| Gambar 4.10. <i>Interface</i> Halaman Keluar .....                                                                                                                  | 62             |
| Gambar 4.11. Halaman Utama Sebelum Direvisi .....                                                                                                                   | 70             |
| Gambar 4.12. Halaman Utama Setelah Direvisi .....                                                                                                                   | 71             |
| Gambar 4.13. Halaman Pengamatan Setelah Direvisi .....                                                                                                              | 72             |
| Gambar 4.14. Halaman Diskusi Kelompok .....                                                                                                                         | 72             |
| Gambar 4.15. Halaman Hipotesis .....                                                                                                                                | 73             |
| Gambar 4.16. Halaman Penarikan Kesimpulan .....                                                                                                                     | 74             |
| Gambar 4.17. Halaman Petunjuk Simulasi .....                                                                                                                        | 76             |
| Gambar 4.18. Histogram Data Nilai Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen .....                                                                                       | 83             |
| Gambar 4.19. Histogram Data Nilai Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol .....                                                                                          | 83             |
| Gambar 4.20. Histogram Data Nilai Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen .....                                                                                      | 88             |
| Gambar 4.21. Histogram Data Nilai Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol .....                                                                                         | 88             |
| Gambar 4.22. Perbandingan Nilai Rata-Rata <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i><br>Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Kelas Eksperimen<br>dan Kelas Kontrol ..... | 91             |
| Gambar 4.23. Perbandingan <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Siswa<br>Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....                                         | 93             |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.24. Perbandingan <i>N-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis Siswa<br>untuk Setiap Indikator ..... | 95  |
| Gambar 4.25. Respon Siswa Terhadap Aspek Kemenarikan MIPG .....                                            | 97  |
| Gambar 4.26. Uji Kemenarikan, Kemudahan Pengoperasian, dan<br>Kemanfaatan MIPG .....                       | 100 |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                                                                           | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1. Angket Pemahaman tentang Pemanasan Global .....                        | 114     |
| Lampiran 2 Transkripsi Wawancara .....                                             | 116     |
| Lampiran 3 Observasi Sarana dan Prasarana .....                                    | 117     |
| Lampiran 4 Kisi-Kisi Analisis Kebutuhan Guru dan Siswa .....                       | 118     |
| Lampiran 5 Angket Analisis Kebutuhan Guru .....                                    | 119     |
| Lampiran 6 Angket Analisis Kebutuhan Siswa .....                                   | 122     |
| Lampiran 7 Hasil Analisis Kebutuhan Guru .....                                     | 125     |
| Lampiran 8 Hasil Analisis Kebutuhan Siswa .....                                    | 126     |
| Lampiran 9 Hasil Analisis Pemahaman Konsep Pemanasan Global .....                  | 127     |
| Lampiran 10 Hasil Jawaban Untuk Uji Validitas dan Reabilitas .....                 | 128     |
| Lampiran 11 Analisis Hasil Uji Validitas .....                                     | 130     |
| Lampiran 12 Analisis Hasil Uji Reabilitas .....                                    | 133     |
| Lampiran 13 Silabus .....                                                          | 135     |
| Lampiran 14 Pemetaan KI KD .....                                                   | 140     |
| Lampiran 15 <i>Flowchart</i> .....                                                 | 144     |
| Lampiran 16 <i>Storyboard</i> .....                                                | 149     |
| Lampiran 17 <i>Action Script</i> .....                                             | 154     |
| Lampiran 18 Kisi-Kisi Uji Ahli Materi .....                                        | 164     |
| Lampiran 19 Instrumen Uji Ahli Materi .....                                        | 167     |
| Lampiran 20 Hasil Uji Materi .....                                                 | 174     |
| Lampiran 21 Kisi-Kisi Uji Ahli Media .....                                         | 176     |
| Lampiran 22 Instrumen Uji Ahli Desain Media .....                                  | 178     |
| Lampiran 23 Hasil Uji Media .....                                                  | 187     |
| Lampiran 24 Surat Izin Penelitian .....                                            | 189     |
| Lampiran 25 RPP Kelas Eksperimen .....                                             | 191     |
| Lampiran 26 RPP Kelas Kontrol .....                                                | 199     |
| Lampiran 27 Kisi-Kisi Angket Uji Perseorangan (Satu Lawan Satu) .....              | 211     |
| Lampiran 28 Instrumen Perseorangan (Satu Lawan Satu) .....                         | 213     |
| Lampiran 29 Hasil Analisis Uji Perseorangan (Satu Lawan Satu) .....                | 219     |
| Lampiran 30 Kisi-Kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....                | 220     |
| Lampiran 31 Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> .....                          | 225     |
| Lampiran 32 Penskoran dan Jawaban Soal Uji Efektivitas .....                       | 227     |
| Lampiran 33 Hasil Jawaban <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol .....        | 232     |
| Lampiran 34 Pengelompokan .....                                                    | 236     |
| Lampiran 35 Hasil Jawaban <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol ..... | 237     |
| Lampiran 36 Analisis <i>N-Gain</i> .....                                           | 241     |
| Lampiran 37 <i>Output</i> Analisis Data Uji Statistik .....                        | 244     |

|             |                                                                       |     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 38 | Kisi-Kisi Angket Uji Kemenarikan, Kemudahan, dan<br>Kemanfaatan ..... | 254 |
| Lampiran 39 | Instrumen Uji Kemenarikan, Kemudahan, dan Kemanfaatan .               | 256 |
| Lampiran 40 | Analisis Hasil Uji Kemenarikan, Kemudahan dan<br>Kemanfaatan.....     | 262 |
| Lampiran 41 | Panduan Penggunaan MIPG .....                                         | 265 |

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Proses pembelajaran pada Kurikulum 2013 untuk semua jenjang pendidikan dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan saintifik yang harus menyentuh tiga ranah, yaitu sikap (*attitude*), psikomotor (*skill*), dan pengetahuan (*knowledge*). Salah satu kriteria dari pendekatan saintifik, yaitu mendorong dan menginspirasi peserta didik berpikir secara kritis, analisis, dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan masalah, dan mengaplikasikan materi pembelajaran. Selain itu salah satu tujuan pembelajaran Fisika pada Kurikulum 2013 di Sekolah Menengah Atas (SMA) adalah siswa memiliki kemampuan mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip Fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Permendikbud No. 59 tahun 2014). Berpikir analisis induktif dan deduktif atau kemampuan berpikir ilmiah merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking*) yang sangat diperlukan terkait dengan kebutuhan siswa untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan berbagai masalah yang dihadapinya dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, kemampuan berpikir ilmiah perlu mendapatkan perhatian khusus dalam

pembelajaran Fisika. Kemampuan berpikir tingkat tinggi antara lain meliputi kemampuan berpikir kritis.

Kenyataan menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa-siswa Indonesia khususnya siswa SMA masih rendah. Hal ini terlihat dari rendahnya siswa menjawab benar dalam *Program for International Student Assessment* (PISA) 2012 dan menempati urutan 64 dari 65 negara dengan rata-rata skor sains adalah 382. Soal-soal PISA untuk literasi sains merupakan soal-soal yang menuntut siswa agar mampu menggunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti soal yang berhubungan dalam penyelesaian masalah kehidupan nyata. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir kritis siswa pada umumnya masih rendah.

Keterampilan berpikir kritis yang merupakan suatu aktivitas mental untuk memperoleh pengetahuan perlu dikembangkan dalam setiap proses pembelajaran. Sebagaimana dinyatakan oleh Kartimi dan Liliyasi (2012) bahwa berpikir kritis sangat diperlukan oleh setiap individu untuk menyikapi permasalahan kehidupan yang dihadapi. Dalam berpikir kritis, seseorang dapat mengatur, menyesuaikan, mengubah, atau memperbaiki pikirannya sehingga dia dapat bertindak lebih tepat. Siswa yang mampu berpikir kritis, maka akan mampu memecahkan masalah secara efektif. Agar lebih efektif di lingkungan kerja (dan dalam kehidupan pribadi mereka), siswa harus mampu memecahkan masalah untuk membuat keputusan yang efektif, mereka harus mampu berpikir kritis (Snyder & Snyder, 2008). Agar mampu memecahkan masalah, dan membuat keputusan secara efektif hanya memiliki pengetahuan atau informasi tidak cukup,

siswa harus mampu berpikir kritis (Lihui, dkk., 2015). Hal senada juga dinyatakan oleh Susilowati (2013) bahwa siswa perlu dibekali dengan kemampuan berpikir kritis sebagai modal untuk mengkritisi berbagai gejala, persoalan yang muncul di sekitarnya. Pengembangan keterampilan berpikir kritis harus dilatih melalui pemberian stimulus yang menuntut seseorang untuk berpikir kritis, yang dapat dilakukan dalam setiap pembelajaran (Snyder & Snyder, 2008). Kompetensi ini dapat dicapai melalui stimulasi pembelajaran berupa pertanyaan atau pembelajaran berbasis penyelidikan (Ching dan Fong, 2013). Pada penelitian ini materi Fisika yang dipilih adalah pemanasan global karena pemanasan global merupakan salah satu persoalan lingkungan hidup global yang perlu ditangani secara serius oleh semua negara. Oleh karena itu, pembelajaran mengenai pemanasan global sangat penting dilakukan dalam rangka melakukan adaptasi dan mitigasi terhadap fenomena pemanasan global kepada generasi muda. Besarnya dampak yang dapat ditimbulkan karena pemanasan global, menuntut siswa berpikir kritis. Dalam rangka untuk mengubah perilaku individu untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK), pendekatan multidisiplin dibutuhkan dan pendidikan menjadi komponen penting dalam hal ini (Skamp, dkk., 2009). Jika pengetahuan masyarakat tentang lingkungan secara umum meningkat, maka mereka akan berperilaku dengan cara yang menghindari degradasi lingkungan (Yazdanparast, dkk., 2013).

Temuan Yazdanparast, dkk. (2013) menunjukkan bahwa siswa Teheran tidak mendapat informasi dengan baik tentang fenomena pemanasan global. Menurut temuan hanya sekitar 5% dari siswa mampu menjelaskan efek rumah kaca dengan lengkap dan benar, sementara lebih dari separuh siswa tidak menjawab pertanyaan

yang diajukan. Temuan ini juga diperkuat oleh Shepardson, dkk., (2011) yang menyatakan bahwa masih terdapat siswa sekolah menengah (39 SMP dan 12 SMA) dari Midwest yang bingung tentang efek rumah kaca serta jenis radiasi yang terlibat dalam efek rumah kaca.

Untuk memperkuat permasalahan yang diungkap dari hasil peneliti sebelumnya tentang pemahaman konsep pemanasan global, peneliti melakukan studi pendahuluan dengan menggunakan sumber data 30 siswa SMA kelas XI MIPA di SMA Negeri 2 Pringsewu, diperoleh informasi bahwa bahwa siswa telah merasakan peristiwa “efek rumah kaca”, akan tetapi mereka tidak mampu menganalisis secara tepat mengapa hal itu dapat terjadi serta tidak memahami secara tepat gas-gas pemicu efek rumah kaca.

Fakta mengenai kegiatan pembelajaran Fisika yang terdapat di lapangan menunjukkan bahwa, pembelajaran Fisika tidak berorientasi pada upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sejauh ini pembelajaran Fisika masih bersifat konvensional, proses pembelajaran didominasi guru dan tidak memberikan akses bagi siswa untuk berkembang secara mandiri melalui penemuan dan proses berpikirnya (Triwiyono, 2011). Pendidikan di sekolah umumnya hanya memberikan pembelajaran yang berorientasi kepada target penguasaan materi sehingga pembelajaran tersebut berhasil dalam kompetensi "mengingat" jangka pendek tetapi gagal dalam membekali anak memecahkan persoalan dalam kehidupan jangka panjang.

Salah satu pemberian stimulus yang diyakini dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis adalah melalui penggunaan multimedia interaktif dalam

pembelajaran. Salah satu bentuk multimedia interaktif dalam pembelajaran adalah simulasi. Multimedia interaktif berbasis simulasi merupakan salah satu metode pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman secara nyata melalui penciptaan tiruan-tiruan berbentuk pengalaman yang mendekati suasana pengalaman yang sebenarnya tanpa harus menghadapi resiko yang sebenarnya. Penggunaan simulasi interaktif pada pembelajaran Fisika juga sangat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep fisika. Menurut McKagan, dkk. (2008) siswa akan lebih mudah memahami konsep yang bersifat abstrak dengan bantuan *software* interaktif. Simulasi komputer dapat digunakan untuk menggantikan peralatan nyata pada rangkaian listrik sederhana (Finkelstein, dkk., 2005). Simulasi komputer dapat digunakan sebagai pelengkap atau alternatif perangkat pembelajaran guna memudahkan pemahaman siswa tentang kecepatan dan percepatan (Jimoyiannis & Komis, 2001).

Dari studi pendahuluan lanjutan mengenai analisis kebutuhan dalam pembelajaran pemanasan global dengan sumber data 30 siswa SMA kelas XI MIPA di SMA Negeri 2 Pringsewu dan 10 guru Fisika SMA di Lampung diperoleh informasi bahwa sebanyak 70% guru cenderung menggunakan media pembelajaran pemanasan global berupa gambar-gambar maupun video fenomena yang terkait dengan pemanasan global. Sebesar 90% guru merasa kesulitan untuk memberi gambaran kepada siswa mengenai fenomena sebab dan akibat pemanasan global secara langsung. Hal ini diperkuat dengan pengakuan siswa sebesar 67% siswa di SMA Negeri 2 Pringsewu merasa kesulitan untuk menggambarkan fenomena sebab dan akibat pemanasan global secara langsung. Dari studi pendahuluan ini juga terungkap bahwa semua guru dan siswa menghendaki media pembelajaran

pemanasan global berupa multimedia interaktif yang mampu menampilkan gambar-gambar yang terkait dengan fenomena pemanasan global, video yang terkait dengan pemanasan global, simulasi penyebab pemanasan global, simulasi akibat pemanasan global, dan manipulasi aktivitas manusia yang menghasilkan emisi gas rumah kaca sebagai penyebab pemanasan global.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merancang penelitian dengan judul *“Pengembangan Multimedia Interaktif Pemanasan Global dengan Pendekatan Saintifik untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI”*.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana bentuk multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik yang dapat digunakan untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa?
2. Bagaimana efektivitas, kemenarikan, kemudahan pengoperasian, dan kemanfaatan dari multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik yang dikembangkan?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mewujudkan pengembangan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik yang dapat digunakan untuk

peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk

1. menghasilkan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik yang dapat digunakan untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI,
2. mendeskripsikan efektivitas, kemenarikan, kemudahan pengoperasian, dan kemanfaatan dari multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik yang dikembangkan.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari segi teori, segi praktis, maupun segi isu dan aksi sosial yang dapat diuraikan berikut ini.

1. Manfaat penelitian ini dari segi teori, yaitu untuk mengetahui konsep multimedia interaktif, pemilihan multimedia interaktif dan langkah-langkah pembuatan multimedia interaktif.
2. Manfaat penelitian ini dari segi praktis, yaitu membantu siswa untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis melalui penggunaan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik dan memperkenalkan kepada guru Fisika mengenai penggunaan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik.
3. Manfaat penelitian ini dari segi isu dan aksi sosial, yaitu memperkenalkan isu lingkungan pemanasan global kepada siswa kelas XI untuk mendukung adanya aksi mitigasi dan adaptasi terhadap pemanasan global.

### E. Ruang Lingkup Penelitian

Pembatasan terhadap ruang lingkup permasalahan yang menjadi objek penelitian adalah pengembangan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu dengan batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik.
2. Multimedia interaktif yang dikembangkan berdasarkan kompetensi dasar 3.9, yaitu menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan dan 4.8, yaitu menyajikan ide/gagasan pemecahan masalah gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan.
3. Pengembangan multimedia interaktif pemanasan global digunakan untuk untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI. Keterampilan berpikir kritis siswa merupakan prestasi siswa dalam menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran materi pemanasan global dengan menyesuaikan indikator-indikator keterampilan berpikir kritis.
4. Program yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Macromedia Flash 8*, *Adobe Photoshop CS6*, dan *Corel Draw X6*.
5. Metode yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini mengadaptasi penelitian dan pengembangan Borg & Gall (1989).

## **II. LANDASAN TEORI**

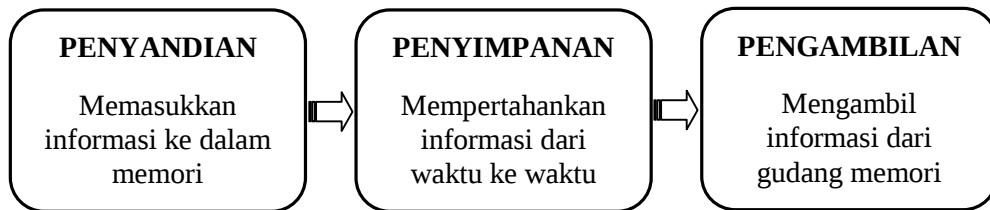
### **A. Kajian Teori**

Dalam kajian teori berikut ini akan dibahas mengenai teori pemrosesan informasi, *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), multimedia interaktif, model simulasi, *Macromedia Flash 8.0*, pendekatan saintifik, keterampilan berpikir kritis dan pemanasan global.

#### **1. Teori Pemrosesan Informasi**

Teori pemrosesan informasi menekankan pada proses belajar, yaitu sebagai perubahan pengetahuan yang tersimpan dalam memori. Memori merupakan retensi informasi (Santrock, 2011: 263). Informasi diperoleh melalui indera mata, hidung, telinga, lidah, kulit, dan sebagainya kemudian disimpan di dalam memori untuk dipanggil kembali. Tanpa adanya memori kita tidak akan dapat menghubungkan kejadian kejadian yang kita alami. Maka penting bagi kita untuk tidak memandang memori dari segi bagaimana anak menambahkan sesuatu dalam ingatan, tetapi harus dilihat dari segi bagaimana anak menyusun ingatan tersebut.

Proses belajar dipandang sebagai proses pengolahan informasi. Menurut Santrock (2011: 263), informasi diproses dalam tiga tahap, yaitu penyandian (*encoding*), penyimpanan, dan pengambilan (*retrieval*) seperti dijelaskan berikut.



Gambar 2.1. Pemrosesan Informasi dalam Memori (Santrock, 2011: 263)

a. Penyandian

Penyandian (*encoding*) atau pengodean berkaitan dengan atensi dan pembelajaran. Saat siswa mendengarkan penjelasan guru, menonton film, mendengarkan musik ataupun bicara dengan kawan, dia sedang menyandikan informasi ke dalam memorinya.

b. Penyimpanan

Setelah siswa menyandikan informasi, ia akan menyimpannya. Terdapat tiga simpanan utama yang berhubungan dengan tiga kerangka waktu yang berbeda, yaitu memori sensoris yang mempertahankan bentuk informasi dalam bentuk aslinya berlangsung hanya beberapa detik, *working memory* (memori jangka pendek) bertahan sekitar 30 detik kecuali jika informasi itu diulangi atau diproses lebih lanjut agar dapat disimpan lebih lama, dan memori jangka panjang yang menyimpan banyak informasi selama periode waktu yang lama secara relatif permanen, bahkan bertahan sampai seumur hidup.

### c. Pemanggilan

Informasi baru yang terintegrasi dengan informasi lama dalam memori jangka panjang bertahan lama dan disiapkan untuk digunakan kembali. Pemunculan kembali informasi yang tersimpan dalam memori jangka panjang disebut pemanggilan.

Teori pemrosesan informasi sangat berkaitan erat dengan teori kognitif multimedia yang dikemukakan oleh Mayer (2003), bahwa desain multimedia harus cocok dengan tata cara manusia belajar. Sering kali multimedia hanya dipandang sebagai medium yang mengantarkan pesan dari guru ke siswa. Siswa sebagai penerima pesan yang pasif. Jika pembelajaran merupakan proses pengonstruksian pengetahuan, selayaknya multimedia didesain berlandaskan teori-teori yang teruji agar dapat mengoptimalkan kegiatan pembelajaran secara efektif.

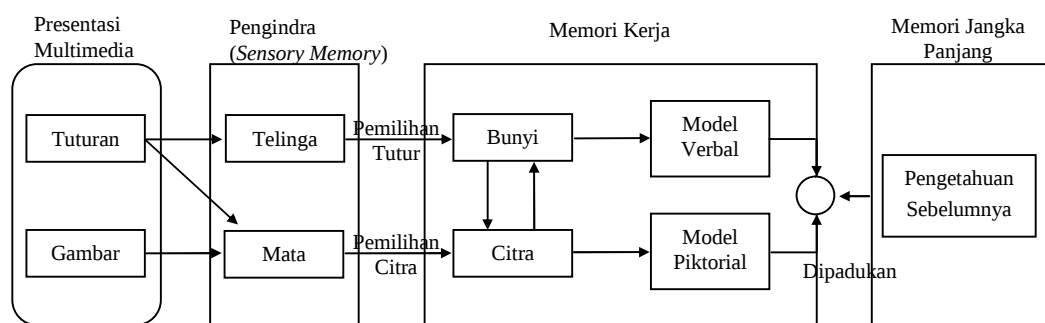
Menurut Mayer (2003), asumsi yang mendasari teori kognitif tentang *multimedia learning*, yakni saluran ganda (*dual-channel*), kapasitas terbatas (*limited capacity*), dan pemrosesan aktif (*active-processing*). Asumsi saluran ganda (*dual-channel assumption*) menyatakan bahwa manusia menggunakan saluran pemrosesan informasi terpisah, yakni untuk informasi yang disajikan secara visual dan informasi yang disajikan secara auditif. Pemrosesan informasi terjadi dalam tiga tahap. Pertama, informasi memasuki sistem pemrosesan informasi baik melalui saluran visual maupun melalui saluran auditif. Kedua, informasi-informasi ini kemudian diproses secara terpisah, tetapi bersamaan di dalam memori kerja (*working memory*), di mana isyarat tutur (*speech*) yang bersifat

auditif maupun gambar (termasuk di dalamnya video) dipilih dan ditata. Tahap ketiga, informasi dari kedua saluran tersebut disatukan dan dikaitkan dengan informasi lain yang telah tersimpan di dalam memori jangka panjang. Tahap ketiga inilah yang bertanggung jawab mengenai bagaimana informasi yang sama bisa diinterpretasi secara berbeda oleh masing-masing pembelajar. Penyebabnya adalah pengalaman belajar yang dimiliki oleh masing-masing pembelajar tidaklah sama.

Asumsi kapasitas terbatas (*limited capacity*), yang menyatakan adanya keterbatasan kemampuan manusia memproses informasi dalam setiap saluran pada satu waktu. Dalam satu sesi presentasi, audiens hanya bisa menyimpan beberapa informasi visual (gambar, video, dan diagram) dan beberapa informasi tutur (*auditif*). Asumsi inilah yang mendasari riset dan teori yang disebut teori beban kognitif (*cognitive load theory*). Meskipun beban maksimal tiap individu bervariasi, beberapa penelitian menunjukkan bahwa rata-rata manusia hanya mampu menyimpan 5-7 “potongan” informasi saja pada satu saat. Asumsi pemrosesan aktif (*active-processing*), yang menyatakan bahwa manusia secara aktif melakukan pemrosesan kognitif untuk mengonstruksi gambaran mental dari pengalaman-pengalamannya. Manusia tidak seperti *tape recorder* yang secara pasif merekam informasi melainkan secara terus-menerus memilih, menata, dan mengintegrasikan informasi dengan pengetahuan yang telah dimilikinya. Hasilnya adalah terciptanya model mental dari informasi yang tersajikan. Ada tiga proses utama untuk pembelajaran secara aktif ini, yaitu pemilihan bahan atau materi yang relevan, penataan materi-materi terpilih, dan pengintegrasian materi-materi

tersebut ke dalam struktur pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Proses ini terjadi di dalam memori kerja yang terbatas kapasitasnya.

Menurut Mayer (2003), teori kognitif pembelajaran yang disajikan pada gambar 2.2. Teori ini mengasumsikan manusia memiliki dua saluran menuju memori kerja. Satu saluran berasal dari indera pendengaran dan saluran yang lain berasal dari indera penglihatan.



Gambar 2.2. Teori Kognitif tentang Pembelajaran Berbantuan Multimedia (Mayer, 2003)

Bahan ajar multimedia mungkin berisi gambar dan kata-kata (baik dalam bentuk tekstual maupun tuturan). Gambar dan narasi tekstual (*printed word*) masuk menuju sistem pemroses kognitif pembelajar melalui indera penglihatan, sedangkan narasi tuturan (*spoken words*) masuk melalui indera pendengaran. Siswa tidak menerima semua informasi yang disajikan melainkan memilih dan menyaring sesuai minat dan kepentingannya. Informasi-informasi yang terpilih lebih lanjut diproses dalam memori kerja siswa. Memori kerja ini memiliki keterbatasan dalam hal menyimpan dan memanipulasi informasi di setiap saluran. Dalam memori kerja ini, siswa secara mental mengorganisasikan gambar-gambar terpilih kedalam model piktorial dan beberapa tuturan ke dalam model verbal. Kedua jenis informasi ini dipadukan dengan informasi yang telah dimiliki siswa

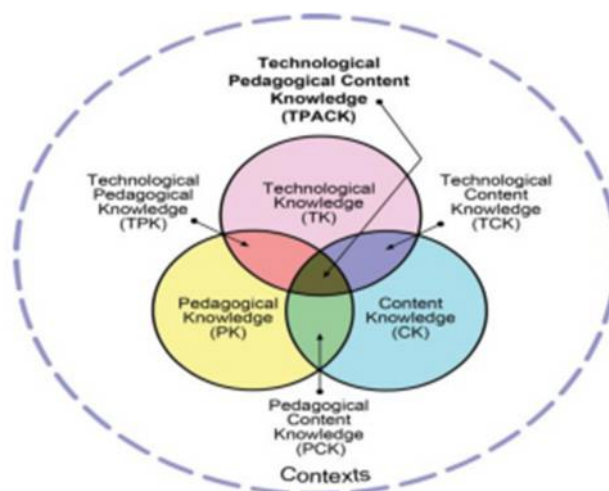
dari memori jangka panjang yang merupakan gudang penyimpanan pengetahuan siswa. Memori kerja berfungsi bukan saja menyimpan sementara informasi tetapi juga berlaku sebagai mesin pengolah informasi. Kapasitas memori kerja sangat terbatas dan masa simpannya juga sangat singkat. Keterbatasan ini hanya berlaku untuk informasi yang sama sekali baru bagi penggunanya atau yang memerlukan pengolahan dengan cara berbeda dari informasi yang pernah diterimanya.

Informasi yang telah dipelajari akan tersimpan dalam memori jangka panjang, tidak lagi memiliki keterbatasan baik dalam banyaknya maupun lamanya masa simpan informasi tersebut, ketika dibawa kembali ke memori kerja melalui proses pemanggilan kembali (*recall/retrieval*).

## **2. *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)***

*Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* merupakan pengetahuan tentang bagaimana memfasilitasi pembelajaran peserta didik dari konten tertentu melalui pendekatan pedagogik dan teknologi (Mishra & Koehler, 2006). Saat ini Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) banyak digunakan pada ruang kelas di berbagai negara, tetapi guru yang menggunakan TIK perlu dikaji lagi kelanjutannya, banyak sumber mengatakan bahwa guru yang menggunakan TIK seringkali untuk transmisi informasi dirinya sendiri daripada digunakan untuk media pembelajaran terhadap peserta didik (Mishra & Koehler, 2008). Pengamatan tersebut menyebabkan adanya penekanan terhadap cara mengajar guru yang mengintegrasikan TIK dalam mengajar (Mishra & Koehler, 2009).

TPACK dianggap sebagai kerangka kerja berpotensi yang dapat memberikan arah baru bagi guru dalam memecahkan masalah terkait dengan mengintegrasikan TIK ke dalam kegiatan belajar-mengajar di ruang kelas. Menurut Schmidt dkk. (2009), variabel yang mempengaruhi TPACK, yaitu *Technological Knowledge* (TK) yang merupakan pengetahuan tentang bagaimana mengoperasikan komputer dan perangkat lunak yang relevan, *Pedagogical Knowledge* (PK) yang merupakan kemampuan dalam pengelolaan pembelajaran peserta didik, *Content Knowledge* (CK) yang merupakan materi subjek pengetahuan seperti pengetahuan tentang bahasa, matematika, ilmu alam dll., *Technological Content Knowledge* (TCK) yang merupakan pengetahuan tentang bagaimana konten dapat diteliti atau diwakili oleh teknologi seperti menggunakan simulasi yang mendidik dan dialogis, evaluasi hasil belajar, pengembangan peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimilikinya. Hubungan antarvariabel tersebut dapat digambarkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*  
(Mishra & Koehler, 2008)

### 3. Multimedia Interaktif

Perkembangan teknologi yang sangat pesat telah memiliki peranan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan termasuk di dalamnya untuk pendidikan dan pembelajaran, di antaranya, adalah pemanfaatan multimedia dalam pembelajaran. Multimedia juga menyediakan peluang bagi pendidik untuk mengembangkan teknik pembelajaran sehingga menghasilkan hasil yang maksimal. Menurut Wiyono (2009), 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 itu. Mayer (2003) mendefinisikan multimedia sebagai presentasi materi dengan menggunakan kata-kata sekaligus gambar-gambar yang dimaksud dengan kata di sini adalah materinya disajikan dengan *verbal form* atau bentuk verbal. Reddi & Mishra (2003: 4) mengungkapkan,

*“As such multimedia can be defined as an integration of multiple media elements (audio, video, graphics, text, animation etc.) into one synergetic and symbiotic whole that results in more benefits for the end user than any one of the media element can provide individually”.*

Multimedia terbagi menjadi dua kategori, yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif (Daryanto, 2013: 51). 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.

Pemilihan, pengembangan serta penggunaan multimedia yang tepat dan baik dalam pembelajaran dapat memberi manfaat yang sangat besar bagi guru dan siswa. Daryanto (2013: 52) menyatakan 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. Munir (2008: 235) menyatakan bahwa 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. Menurut Nandi (2006), terdapat model-model multimedia interaktif, yaitu model *drills*, model tutorial, model simulasi, dan model *instructional games*, sedangkan menurut Daryanto (2013: 54), 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, N.D. dkk., 2005), penggunaan program Fisika berbasis web dapat meningkatkan prestasi siswa dalam memahami konsep gaya dan gerak (Damirci, N., 2007), simulasi PhET untuk mekanika kuantum membantu kesulitan mahasiswa memahami mekanika kuantum yang menurut mahasiswa sulit karena abstrak (McKagan, S B., dkk., 2007).

#### **4. 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. Menurut Lee (1999), 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, 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).

Dalam berbagai bidang kegiatan dapat ditemukan bentuk persoalan 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. Dengan menggunakan sistem tiruan, biaya yang dikeluarkan menjadi relatif lebih murah karena tidak menggunakan bahan dan peralatan nyata seperti yang digunakan pada pengamatan, penelitian dan percobaan lapangan. 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.

Menurut Chang, dkk. (2008), 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. Jimoyiannis & Komis (2001) menyatakan bahwa simulasi komputer menawarkan berbagai macam kesempatan untuk konsep pemodelan dan proses. 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.

## 5. **Macromedia Flash 8**

*Macromedia Flash 8 (Flash)* adalah merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk membuat animasi yang sangat handal dibandingkan dengan program lain karena dalam hal ukuran file yang dihasilkan relatif lebih kecil. File yang dihasilkan dari *software* ini mempunyai *file extension* swf dan dapat diputar di web yang telah terpasang *flash player*. *Flash* menggunakan bahasa pemrograman bernama *Action Script*. Pada awal perkembangannya, *flash* banyak

digunakan untuk animasi pada website, namun saat ini mulai banyak digunakan untuk media pembelajaran karena kelebihan-kelebihan yang dimiliki.

Menurut Holzinger & Ebner (2003), penggunaan *flash* memiliki kelebihan sebagai berikut.

1. *Scalability. Vector graphics serve the main function of making it possible to zoom in or out on any given image - a feature that is an additional benefit for the animation process and was not possible on the Web before flash.*
2. *Independence from a specific operating system (only a conventional browser and the free plug-in are needed).*
3. *Consistency. A tool programmed with flash looks practically the same in every browser and on every operating system.*
4. *Integration of sound, made easy via the MP3 format (necessary for some learning objects, e.g. for the simulation of the intensity of a radioactive source etc.).*
5. *Small files, because parts of the tool run on the client side. the vector-based technology, the reuse of the same objects and the embedded MP3-files. All our files have around 150 kB (this is different to other authoring tools).*
6. *High quality graphics, due to the vector-based technology. We found it convenient to draw with flash. Its easier as e.g. with Macromedia Authorware.*
7. *Small plug-in required (250 kB), free of charge and widely used (on most computers amongst universities the plug-in is already installed-this is not so with e.g. Macromedia Shockwave).*

Berdasarkan pendapat tersebut, *flash* memiliki kelebihan, yaitu dapat memperbesar atau memperkecil gambar tanpa mengubah kualitasnya (*scalability*), ketidaktergantungan dengan sistem operasi tertentu (*independence*), konsisten artinya sebuah *tool* yang diprogram dengan *flash* terlihat sama di setiap browser dan pada setiap sistem operasi (*consistency*), terintegrasi dengan *sound*, antara lain, melalui format MP3 (*integration of sound*), file yang dihasilkan kecil (*small file*), grafis berkualitas tinggi, karena teknologi berbasis vektor (*high quality graphics*) dan *plug-in* yang dibutuhkan kecil (*small plug-in required*).

Dalam penelitian pengembangan ini digunakan *Adobe Flash 8*. Secara umum tahapan-tahapan dalam membuat sebuah aplikasi menggunakan *flash* adalah sebagai berikut.

1. Menentukan jenis aplikasi yang akan dibuat.
2. Membuat atau menambahkan unsur-unsur media berupa gambar, video, suara, atau teks.
3. Menyusun unsur-unsur media yang telah dibuat atau ditambahkan pada *stage* dan *time line* untuk menentukan kapan dan bagaimana semua unsur tersebut akan ditampilkan.
4. Memberi efek khusus.
5. Menentukan behavior dengan *Action Script*. Kode *action script* ditambahkan untuk menentukan cara animasi bekerja atau merespon perlakuan dari pengguna.
6. Menguji aplikasi. Pengujian hasil aplikasi dilakukan untuk melihat apakah semua proses animasi maupun interaktif bekerja dengan baik sesuai harapan.
7. Mempublikasikan hasil akhir aplikasi. Hasil akhir aplikasi dapat dipublikasikan dalam bentuk dokumen *swf*, *exe*, atau format lain yang sesuai dengan tujuan pembuatan aplikasi.

## **6. Pendekatan Saintifik**

Pendekatan saintifik (*scientific approach*) merupakan pendekatan pembelajaran yang dilaksanakan dalam Kurikulum 2013. Dalam konsep pendekatan saintifik yang disampaikan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dipaparkan

minimal ada 7 (tujuh) kriteria dalam pendekatan saintifik. Ketujuh kriteria tersebut adalah sebagai berikut.

1. Materi pembelajaran berbasis pada fakta atau fenomena yang dapat dijelaskan dengan logika atau penalaran tertentu; bukan sebatas kira-kira, khayalan, legenda, atau dongeng semata.
2. Penjelasan guru, respon siswa, dan interaksi edukatif guru-siswa terbebas dari prasangka yang serta-merta, pemikiran subjektif, atau penalaran yang menyimpang dari alur berpikir logis.
3. Mendorong dan menginspirasi siswa berpikir secara kritis, analitis, dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan masalah, dan mengaplikasikan materi pembelajaran.
4. Mendorong dan menginspirasi siswa mampu berpikir hipotetik dalam melihat perbedaan, kesamaan, dan tautan satu sama lain dari materi pembelajaran.
5. Mendorong dan menginspirasi siswa dalam memahami, menerapkan, dan mengembangkan pola berpikir yang rasional dan objektif dalam merespon materi pembelajaran.
6. Berbasis pada konsep, teori, dan fakta empiris yang dapat dipertanggungjawabkan.
7. Tujuan pembelajaran dirumuskan secara sederhana dan jelas, tetapi menarik sistem penyajiannya.

Langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan saintifik harus menyentuh tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan. Ranah sikap dimaksudkan agar siswa tahu tentang ‘mengapa’ yang diperoleh melalui aktivitas “menerima, menjalankan, menghargai, menghayati, dan mengamalkan”. Ranah pengetahuan dimaksudkan agar siswa tahu tentang “apa” yang diperoleh melalui aktivitas “mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta”. Ranah keterampilan dimaksudkan agar siswa tahu tentang “bagaimana” yang diperoleh melalui aktivitas “mengamati, menanya, mencoba, menalar, menyaji, dan mencipta” (Permendikbud No. 65 tahun 2013). Adapun, langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan saintifik sebagaimana dimaksud meliputi mengamati, menanya, mencoba, menalar, membentuk jejaring (menyajikan, menyimpulkan, dan mencipta).

## 7. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan oleh siswa karena menjadi modal dasar untuk memahami berbagai hal, di antaranya, memahami konsep dalam disiplin ilmu (Joyce, dkk., 2009). Keterampilan berpikir kritis termasuk salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi. Keterampilan berpikir kritis secara esensial merupakan keterampilan menyelesaikan masalah (*problem solving*). Menurut Tawil dan Liliarsari (2013), 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. 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 (Liliarsari, 2005).

Berpikir kritis dapat diimplementasikan dalam pembelajaran Fisika, yaitu dengan menyesuaikan indikator-indikator keterampilan berpikir kritis dengan karakter materi pelajaran Fisika. Menurut Ennis dalam Costa (1985), terdapat 5 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, mengobeservasi 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.
- 5) Mengatur strategi dan taktik, dengan indikator memutuskan suatu tindakan, berinteraksi dengan orang lain.

Keterampilan berpikir kritis perlu dikembangkan dalam diri siswa karena melalui keterampilan berpikir kritis siswa dapat lebih mudah memahami konsep dengan lebih mendalam, peka akan masalah yang terjadi sehingga dapat memahami dan menyelesaikan masalah dan mampu mengaplikasikan konsep-konsep dalam situasi yang berbeda (Wiyono, 2009). Pada materi Fisika pemanasan global siswa dituntut untuk dapat memecahkan masalah pemanasan global secara kreatif dan berpikir logis sehingga menghasilkan pertimbangan dan keputusan yang tepat. Ini berarti keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan agar siswa mampu menyelesaikan masalah-masalah pemanasan global.

## **8. Pemanasan Global**

Pemanasan global merupakan proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan, yang berlangsung secara berkelanjutan. Pemanasan global sebagai salah satu persoalan lingkungan hidup global yang perlu ditangani secara serius oleh semua negara. Oleh karena itu, pembelajaran mengenai pemanasan global sangat penting dilakukan dalam rangka melakukan adaptasi dan mitigasi terhadap fenomena pemanasan global kepada generasi muda.

Fisika merupakan ilmu yang sesuai untuk menjelaskan efek rumah kaca sebagai penyebab pemanasan global dan fenomena-fenomena alam yang terjadi sebagai

dampak pemanasan global. Materi pokok pemanasan global pada mata pelajaran Fisika di kelas XI (Permendikbud No. 59 tahun 2014) yang tertera dalam Kompetensi Inti 3 dan 4 khususnya Kompetensi Dasar sebagai berikut.

- 3.9. Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan dan lingkung.
- 4.8. Menyajikan ide/gagasan pemecahan masalah gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan.

Hal ini berarti bahwa pembelajaran Fisika harus menekankan bagaimana siswa dapat memahami konsep dan serta dapat berpikir kritis yang dikaitkan dengan pemecahan masalah kehidupan sehari-hari, salah satunya pada materi pemanasan global. Hal ini sesuai dengan pendapat Kartimi dan Liliarsari (2012), bahwa berpikir kritis memungkinkan siswa untuk mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi berjuta tantangan dengan cara yang terorganisasi, merumuskan pertanyaan inovatif, dan merancang solusi.

Pemanasan global adalah meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan jumlah emisi GRK di atmosfer. Rumah kaca adalah analogi atas bumi yang dikelilingi gelas kaca. Pada saat panas matahari masuk ke bumi dengan menembus gelas kaca tersebut berupa radiasi gelombang pendek. Sebagian diserap oleh bumi dan sisanya dipantulkan kembali ke angkasa sebagai radiasi gelombang panjang. Namun, panas yang seharusnya dapat dipantulkan kembali ke angkasa menyentuh permukaan gelas kaca dan terperangkap di dalam bumi. Masalah timbul ketika aktivitas manusia menyebabkan peningkatan konsentrasi selimut gas di atmosfer yang disebut dengan gas rumah kaca sehingga melebihi konsentrasi yang seharusnya. Maka, panas matahari yang tidak dapat

dipantulkan ke angkasa akan meningkat pula. Semua proses itulah yang disebut “efek rumah kaca”.

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2012), jenis GRK yang keberadaanya di atmosfer berpotensi menyebabkan perubahan iklim global adalah  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{SF}_5\text{CF}_3$ ,  $\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$ ,  $\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$ ,  $\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$ . Dari semua jenis gas tersebut, GRK utama ialah  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$ . Konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer ialah sekitar 383 ppm (*part per million*) atau sekitar 0,0383% volume atmosfer, sedangkan  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  masing-masing 1745 ppb dan 314 ppb (*part per billion*) atau sekitar 0,000175% dan 0,0000314% volume atmosfer.

Dampak yang ditimbulkan oleh gas-gas rumah kaca terhadap pemanasan global sangat bervariasi, untuk jumlah konsentrasi yang sama tiap-tiap gas rumah kaca memberikan dampak pemanasan global yang berbeda. Potensi Pemanasan Global atau *Global Warming Potential* (GWP) adalah sebuah nilai yang membandingkan potensi gas rumah kaca sebagai penyerap dan penahan sinar matahari untuk memanaskan bumi, dibandingkan dengan potensi karbon dioksida. Angka GWP ini yang dijadikan acuan adalah  $\text{CO}_2$ , karena berdasarkan usia  $\text{CO}_2$  berada dalam atmosfer sangat lama dan membutuhkan waktu selama 5 – 2000 tahun untuk bisa terurai. Kemampuan potensi pemanasan global atau *Global Warming Potential* (GWP) gas rumah kaca utama dapat dilihat pada tabel 2.1.

Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) memiliki waktu tinggal di atmosfer paling lama di antara ketiga gas rumah kaca tersebut, yaitu 5-2000 tahun. Meskipun demikian,

$\text{N}_2\text{O}$  memiliki nilai potensi pemanasan global paling tinggi, yaitu 298 kali potensi  $\text{CO}_2$ . Jadi meskipun jumlah  $\text{N}_2\text{O}$  yang teremisikan ke atmosfer lebih kecil daripada  $\text{CO}_2$ , namun potensi pemanasan globalnya yang lebih besar maka akan menyebabkan efek pemanasan global yang lebih tinggi daripada  $\text{CO}_2$  atau  $\text{CH}_4$ .

Tabel 2.1. Jenis-Jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global

| Gas Rumah Kaca  | Rumus Kimia          | Waktu tinggal di Atmosfer (tahun) | Nilai Potensi Pemanasan Global (tahun) |     |     |
|-----------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-----|-----|
|                 |                      |                                   | 20                                     | 100 | 500 |
| Karbon dioksida | $\text{CO}_2$        | 5-2000                            | 1                                      | 1   | 1   |
| Methana         | $\text{CH}_4$        | 12                                | 72                                     | 25  | 7,6 |
| Nitrous Oksida  | $\text{N}_2\text{O}$ | 144                               | 310                                    | 298 | 153 |

Sumber: *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (2007)

Menurut Suwendi (2011), aktivitas manusia (*anthropogenic*) telah meningkatkan konsentrasi GRK, yaitu aktivitas manusia yang menghasilkan gas  $\text{CO}_2$  seperti kegiatan penggunaan bahan bakar kayu (*biomass*), minyak bumi, gas alam dan batubara oleh industri, kendaraan bermotor, dan rumah tangga serta pembakaran hutan. Aktivitas manusia yang menghasilkan gas  $\text{CH}_4$  seperti kegiatan proses produksi dan pengangkutan batubara, minyak bumi, kegiatan industri yang menghasilkan bahan baku (*ekstractive industry*), kegiatan pembakaran biomas yang tidak sempurna, serta kegiatan penguraian oleh bakteri di tempat pembuangan akhir (TPA), ladang padi dan peternakan. Aktivitas manusia yang menghasilkan gas  $\text{N}_2\text{O}$  seperti hasil dari pemakaian pupuk nitrogen yang berlebihan di dalam usaha penanaman padi, aktivitas industri dengan menggunakan limbah padat sebagai bahan bakar alternatif dan penggunaan bahan bakar minyak bumi.

Peningkatan suhu global akibat emisi gas rumah kaca yang mempengaruhi proses fisik dan kimia yang ada, baik di bumi maupun di atmosfer pada akhirnya berdampak pada perubahan iklim. Perubahan iklim merupakan perubahan yang terjadi pada sistem iklim global akibat langsung atau tidak langsung dari aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer secara global. Dampak yang terjadi akibat perubahan iklim, di antaranya, kenaikan tinggi muka air laut, perubahan pola angin, perubahan pola hujan, banjir di suatu tempat dan kekeringan di tempat lain, dan lain-lain dan akhirnya berdampak pada ekosistem hutan, daratan, dan ekosistem alam lainnya.

## **B. Kerangka Pikir**

Dalam suatu proses belajar-mengajar, pemilihan media pembelajaran perlu diperhatikan karena pemilihan media pembelajaran yang tepat turut mempengaruhi iklim, kondisi, dan lingkungan belajar yang ditata dan diciptakan oleh guru kepada siswa. Multimedia interaktif merupakan perpaduan antara berbagai media yang berupa teks, gambar, suara, animasi, video, dan lain-lain yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna. Salah satu model multimedia adalah simulasi. Pembelajaran dengan model simulasi 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.

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.

Pendekatan saintifik meliputi mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan membentuk jejaring (menyajikan, menyimpulkan, dan mencipta). Mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu siswa. Dari proses mengamati yang dilakukan siswa akan membangun keterampilan dasar (*basic support*) dari keterampilan berpikir kritis yang meliputi mempertimbangkan apakah sumbernya dipercaya atau tidak, mengamati dan mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi. Dalam kegiatan menanya, guru harus mampu menginspirasi siswa untuk mau dan mampu menanya. Dari proses menanya siswa dituntut untuk berpikir kritis dengan memberi penjelasan sederhana, meliputi memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan, dan bertanya serta menjawab pertanyaan.

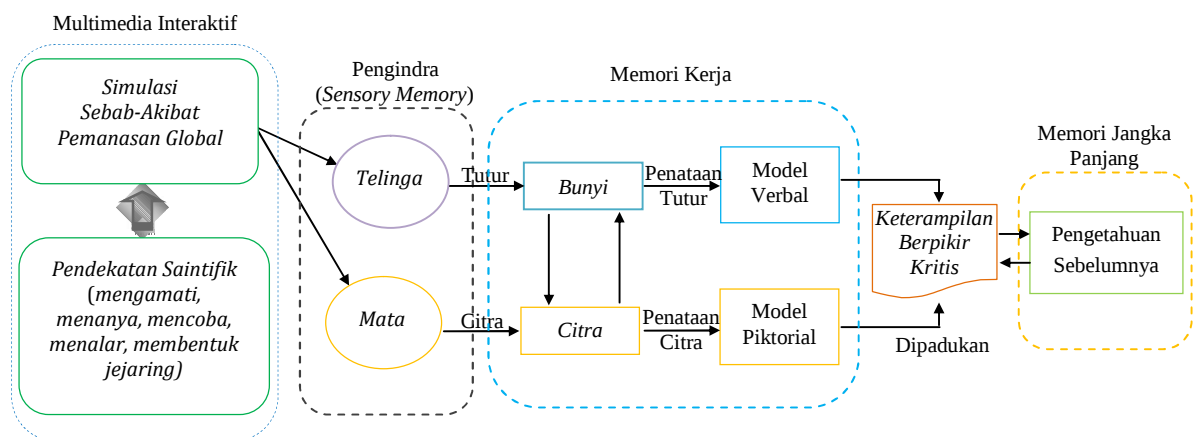
Mencoba merupakan keterampilan proses untuk mengembangkan pengetahuan tentang alam sekitar dengan menggunakan metode ilmiah dan sikap ilmiah dalam memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya sehari-hari. Dari proses mencoba ini siswa dituntut untuk berpikir kritis dengan menyimpulkan yang meliputi membuat dan mempertimbangkan nilai keputusan dari apa yang telah dilakukan. Pada proses menalar, siswa diharapkan berpikir kritis dan mampu

memberikan penjelasan lebih lanjut yang meliputi mendefinisikan istilah, mempertimbangkan definisi dan mampu mengidentifikasi asumsi.

Membentuk jejaring terdiri dari tiga langkah, yaitu menyimpulkan, menyajikan dan mengkomunikasikan. Dalam membentuk jejaring siswa dituntut berpikir kritis yaitu dengan mengatur strategi dan taktik meliputi menentukan tindakan dan berinteraksi dengan orang lain.

Dari uraian di atas, dapat dirumuskan kerangka pikir sebagai berikut. “jika multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik diterapkan dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa”.

Kerangka pikir penelitian pengembangan ini dapat ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Kerangka Pikir Multimedia Interaktif Pemanasan Global (Modifikasi dari Mayer, 2003)

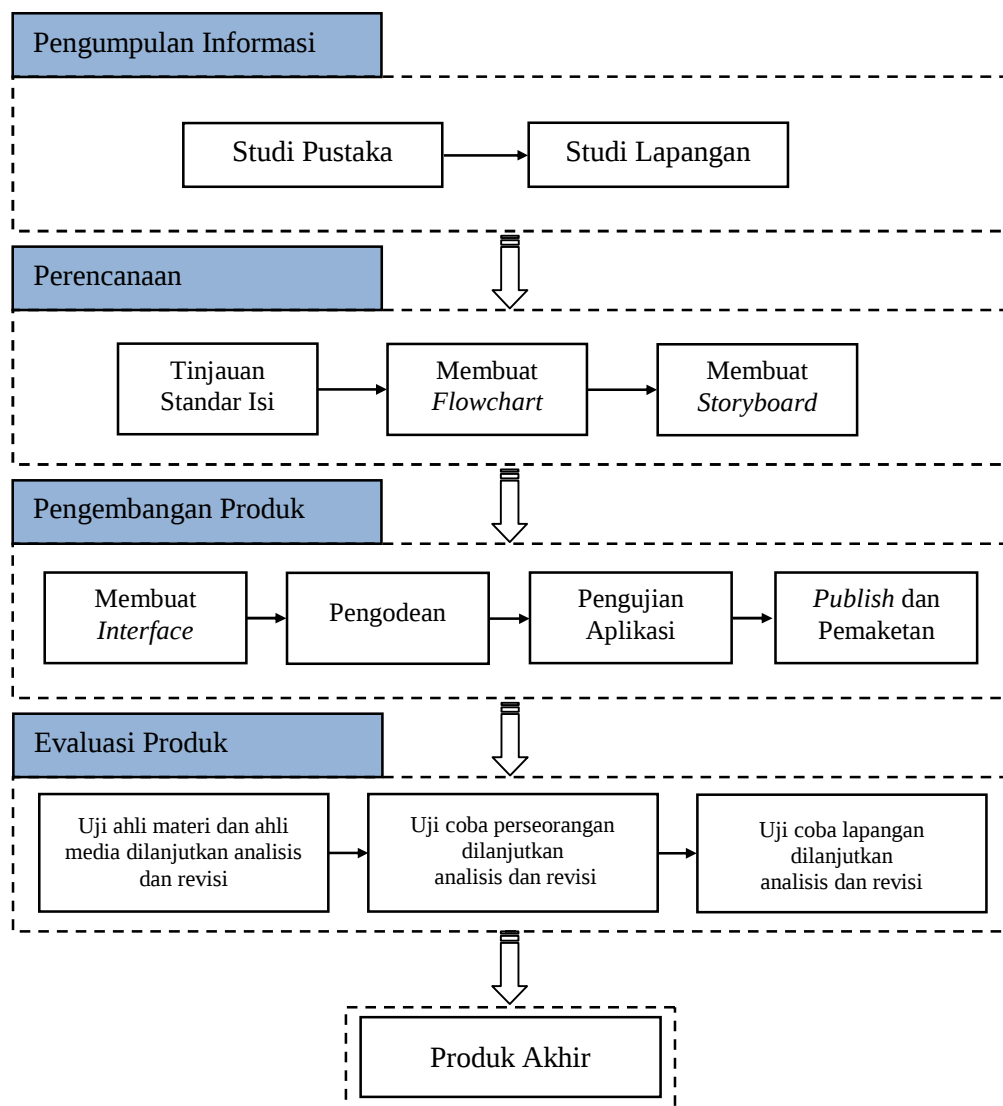
### III. METODE PENELITIAN

#### A. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Education Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009: 407). Penelitian pengembangan menurut Borg & Gall (1989: 782), yaitu suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan.

Menurut Borg & Gall (1989: 783) langkah-langkah pengembangan sebagian besar meliputi kegiatan melalui sepuluh langkah, yaitu penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collection*), perencanaan (*planning*), pengembangan produk pendahuluan (*develop preliminary form of product*), uji coba pendahuluan (*preliminary field study*), revisi terhadap produk utama (*main product revision*), uji coba utama (*main field testing*), revisi produk operasional (*operational product revision*), uji coba operasional (*operational field testing*), revisi produk akhir (*final product revision*), dan desiminasi dan distribusi (*dessimation and distribution*).

Kesepuluh langkah-langkah Borg & Gall (1989) tersebut kemudian dilakukan penyederhanaan dan penyesuaian sesuai kebutuhan penelitian. Langkah-langkah penelitian Borg & Gall (1989) dilaksanakan dalam empat tahap penelitian, yaitu tahap pengumpulan informasi, tahap perencanaan, tahap pengembangan produk, dan tahap evaluasi produk. Secara umum, keseluruhan alur penelitian dan pengembangan ini dapat disajikan dalam gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Tahap Penelitian dan Pengembangan

## **B. Tahapan Penelitian**

Pelaksanaan langkah-langkah keempat tahapan yang menjadi prosedur penelitian dan pengembangan seperti terlihat pada gambar 3.1 adalah sebagai berikut.

### **1. Tahap Pengumpulan Informasi**

Pengumpulan informasi dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan.

Studi pustaka merupakan kajian untuk mempelajari konsep-konsep atau teori-teori yang berkenaan dengan produk yang dikembangkan. Studi pustaka dilakukan terhadap analisis konsep multimedia interaktif, pemanasan global, pendekatan saintifik, dan analisis indikator keterampilan berpikir kritis yang disesuaikan dengan karakteristik materi pemanasan global. Analisis dilakukan juga dengan melakukan kajian literatur mengenai hasil-hasil penelitian yang berkaitan dan mendukung studi pendahuluan baik itu berasal dari hasil penelitian yang termuat dalam *proceeding* maupun jurnal ilmiah, buku referensi, dan internet. Studi pustaka juga mengkaji konsep dan teknik pelaksanaan penelitian, khususnya, yang berkenaan dengan penelitian dan pengembangan.

Studi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan proses pembelajaran yang selama ini dilakukan, yang terkait dengan materi pemanasan global yang dilakukan melalui kegiatan penyebaran angket, wawancara dan observasi. Penyebaran angket dilakukan dengan dua tujuan utama, yaitu memperoleh informasi tentang pemahaman siswa terhadap isu lingkungan pemanasan global dan memperoleh informasi pengoperasian media pembelajaran pemanasan global. Dari pengumpulan informasi awal yang diperoleh melalui

penyebaran angket ini, kemudian dilakukan pendalaman lebih lanjut melalui wawancara dan observasi. Dari studi pendahuluan berupa studi literatur dan studi lapangan, diperoleh kosep-konsep teoretik yang mengarahkan pada pembuatan produk multimedia interaktif yang tepat dan efisien dalam pembelajaran materi pemanasan global, dan data empirik yang menyediakan informasi mengenai pemahaman tentang isu lingkungan terkini, yaitu pemanasan global dan kebutuhan media pembelajaran materi pemanasan global. Dari tahap pengumpulan informasi ini kemudian dijadikan bahan dalam tahap perencanaan.

## **2. Tahap Perencanaan**

Tahap perencanaan disusun berdasarkan temuan dari tahap pengumpulan informasi, meliputi tinjauan standar isi, yaitu menentukan kompetensi inti, kompetensi dasar dan indikator yang ingin dicapai, pembuatan *flowchart* yang merupakan pembuatan bagan yang terdiri dari simbol-simbol tertentu yang menunjukkan langkah-langkah suatu prosedur atau program serta pembuatan *storyboard* yang merupakan visualisasi dalam bentuk gambar beserta keterangan-keterangannya mengenai multimedia yang dikembangkan.

## **3. Tahap Pengembangan**

Tahap pengembangan produk meliputi pembuatan *interface*, pengodean, pengujian aplikasi, publisasi dan pemaketan. Pengodean adalah penerjemahan hasil perancangan ke dalam kode-kode yang dapat dimengerti oleh komputer. Pengujian aplikasi dilakukan dengan *black box testing*. Pengujian *black box* dilakukan oleh pengembang sendiri dengan tujuan untuk mengetahui bahwa

fungsi-fungsi navigasi pada aplikasi yang dibuat dapat berjalan dengan baik. Publikasi adalah pengubahan format aplikasi agar aplikasi bisa dijalankan di komputer pengguna. Pemaketan dilakukan untuk mengumpulkan aplikasi ke dalam satu paket. Hasil dari tahap ini adalah produk awal multimedia interaktif pemanasan global.

#### **4. Tahap Evaluasi**

Tahap evaluasi produk terdiri dari uji ahli, uji perseorangan (satu lawan satu), dan uji coba lapangan. Uji ahli oleh ahli materi dan media pembelajaran. Uji ahli materi meliputi kesesuaian aspek pembelajara, keakuratan materi, kemutakhiran materi, dan kesesuaian materi dengan pendekatan saintifik. Uji media pembelajaran meliputi keinteraktifan media, kejelasan tampilan media, kemenarikan media, dan kemanfaatan media. Setelah dievaluasi dan divalidasi dilakukan perbaikan, baru kemudian masuk tahap revisi.

Produk awal yang telah dievaluasi dan divalidasi diujicobakan secara perseorangan. Uji perseorangan dilakukan dengan mengujicobakan produk multimedia interaktif kepada siswa sebagai calon pengguna produk. Setelah uji coba dilakukan, peneliti melakukan evaluasi dan refleksi melalui penyebaran angket dengan tujuan untuk mengetahui kemudahan pengoprasian, kemenarikan dan kemanfaatan dalam pemakaian produk. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi produk yang dikembangkan. Uji coba lapangan dalam kelompok kecil ini dilakukan sampai diperoleh produk yang siap untuk diujikan pada uji efektivitas.

Metode penelitian yang dipilih adalah metode *quasi experimental design* dengan menggunakan desain penelitian *nonequivalent control group design*. Desain ini hampir sama dengan *pretest-posttest control group design*, tetapi pada desain ini group eksperimen maupun group kontrol tidak dipilih secara random (Sugiyono, 2009:116). Penggunaan prosedur penelitian ini dilakukan dengan memisahkan kelompok perlakuan (*treatment*) dan kelompok kontrol, yang diuji melalui *pretest* dan *posttest*. Peneliti kemudian membandingkan skor perbedaan rata-rata antara kelompok yang diberi perlakuan dan kelompok kontrol. Desain *nonequivalent control group design* dapat ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Desain *Nonequivalent Control Group Design*

| Kelompok   | <i>Pretest</i> | Perlakuan<br>(Variabel bebas) | <i>Posttest</i><br>(Variabel terikat) |
|------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Eksperimen | O <sub>1</sub> | X                             | O <sub>2</sub>                        |
| Kontrol    | O <sub>3</sub> | -                             | O <sub>4</sub>                        |

Pada tahap evaluasi ini peneliti ingin mendapatkan informasi apakah produk yang dikembangkan telah sesuai untuk diimplementasikan pada siswa guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pada tahap ini yang diamati adalah kekuatan yang dimiliki pada produk yang dikembangkan serta hasil penerapan produk untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi pelajaran pemanasan global.

### C. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 2 Pringsewu Kabupaten Pringsewu. Subjek dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan dua tahap pokok

penelitian, yaitu subjek penelitian pada tahap pengumpulan informasi dan tahap evaluasi produk yang ditentukan secara *purposive*, dengan mempertimbangkan aspek kurikulum dan tujuan khusus penelitian.

Pada tahap pengumpulan informasi, terdapat dua kegiatan pengumpulan informasi, yaitu informasi pemahaman siswa tentang isu lingkungan pemanasan global dan informasi analisis kebutuhan media pembelajaran pemanasan global. Teknik *purposive sampling* digunakan untuk memilih subjek penelitian pada tahap pengumpulan informasi ini. Secara lebih rinci, subjek penelitian pada tahap pengumpulan informasi ini dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Subjek Penelitian pada Tahap Pengumpulan Informasi

| Tahapan Studi Pendahuluan                              | Subjek              | Lokasi Subjek                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Informasi pemahaman siswa tentang pemanasan global     | 30 siswa            | SMA Negeri 2 Pringsewu                                                                                                                    |
| Analisis kebutuhan media pembelajaran pemanasan global | 30 siswa<br>10 guru | SMA Negeri 2 Pringsewu<br>1 guru di SMA Pringsewu,<br>4 guru di SMA Bandar Lampung, 3 guru di SMA Lampung Tengah, dan 2 guru di SMA Metro |

Pada tahap evaluasi produk, validasi ahli (*expert judgement*) ditetapkan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu oleh ahli-ahli materi dan media pembelajaran. Untuk subjek uji coba perseorangan berjumlah sembilan orang siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 2 Pringsewu, yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Uji efektivitas juga menggunakan *purposive sampling*, yaitu dengan memilih dua kelompok siswa sebagai subjek penelitian di SMA Negeri 2 Pringsewu, yaitu satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Kelas eksperimen

adalah kelas yang diberi perlakuan (*treatment*), sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang menerapkan pembelajaran pemanasan global secara konvensional. tabel 3.3 menunjukkan daftar lokasi dan subjek penelitian pada tahap evaluasi produk.

Tabel 3.3. Subjek Penelitian pada Tahap Evaluasi Produk

| Tahap Pengujian | Subjek     |         | Lokasi Subjek          |
|-----------------|------------|---------|------------------------|
|                 | Eksperimen | Kontrol |                        |
| Uji Efektivitas | 1 Kelas    | 1 Kelas | SMA Negeri 2 Pringsewu |

#### **D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data**

Teknik dan alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis dokumen dan kajian kepustakaan, angket, wawancara, observasi, dan tes keterampilan berpikir kritis.

##### **1. Analisis Dokumen dan Kajian Pustaka**

Analisis dokumen dilakukan melalui kajian dokumen yang terkait dengan pengembangan produk multimedia interaktif pemanasan global. Dokumen yang dikaji meliputi kurikulum dan silabus mata pelajaran Fisika yang berlaku pada saat penelitian dilaksanakan serta konsep-konsep teoretis yang mendukung pengembangan produk. Selain analisis dokumen, juga dilakukan kajian pustaka berupa hasil penelitian yang relevan. Hasil kajian analisis dokumen dan kajian kepustakaan sebagai landasan teoretik pengembangan multimedia interaktif pemanasan global di SMA.

## **2. Wawancara**

Pengumpulan data melalui wawancara dilaksanakan pada pengumpulan informasi.

Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi langsung dari guru yang dilibatkan sebagai subjek penelitian. Data hasil wawancara dari guru diharapkan diperoleh informasi tentang pembelajaran Fisika yang dilaksanakan, media pembelajaran yang digunakan dalam materi pemanasan global, dan gagasan guru untuk menyempurnakan media pembelajaran yang dikembangkan.

## **3. Observasi**

Observasi dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mengumpulkan data secara langsung yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran. Pada tahap pengumpulan informasi dilakukan observasi untuk memperoleh data mengenai kelengkapan sarana dan prasarana di sekolah yang menunjang proses pembelajaran.

## **4. Angket**

Pengumpulan data melalui penyebaran angket dilaksanakan pada tahap pengumpulan informasi dan tahap evaluasi. Pada tahap pengumpulan informasi angket digunakan untuk mengetahui kebutuhan siswa dan guru terhadap penggunaan media pembelajaran pada materi pemanasan global. Jenis angketnya adalah angket tertutup. Angket tertutup merupakan angket yang pilihan jawabannya ditentukan oleh pemberi angket dan hanya memiliki dua jawaban, yaitu "Ya" dan "Tidak". Selain itu, pada tahap pengumpulan informasi angket digunakan untuk menganalisis pemahaman siswa tentang pemanasan global. Angket yang digunakan adalah angket terbuka dengan tujuan memberi kebebasan

kepada siswa untuk menjawab sesuai dengan pemahaman mereka sendiri. Pada tahap evaluasi, angket digunakan untuk mengumpulkan data tentang kelayakan produk berdasarkan kesesuaian desain dan materi pada produk yang dikembangkan berdasarkan instrumen angket uji ahli. Pada tahap ini pula angket digunakan untuk mengumpulkan data tentang kemenarikan, kemudahan pengoperasian, dan kemanfaatan produk yang dikembangkan.

## 5. Tes

Tes digunakan untuk mengumpulkan data pada saat pengujian produk. Tes yang digunakan berupa tes tertulis yang dilaksanakan sebelum (*pretest*) dan setelah (*posttest*) pembelajaran berlangsung pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen tes merupakan soal-soal tes keterampilan berpikir kritis. Tes disusun dalam tipe uraian terdiri dari sepuluh item soal berdasarkan indikator-indikator berpikir kritis. Pengembangan instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dimulai dengan membuat kisi-kisi soal tes yang diberikan. Kisi-kisi soal dibuat dengan terlebih dahulu menetapkan indikator kemampuan berpikir kritis serta menentukan pedoman penskoran.

Keterampilan berpikir kritis yang diukur dari soal-soal yang diberikan meliputi memberikan penjelasan sederhana (menganalisis argumen, bertanya dan menjawab klaifikasi dan pertanyaan yang menantang), membangun keterampilan dasar (mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak), menyimpulkan (mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi, membuat dan mengkaji nilai hasil pertimbangan), memberikan penjelasan lebih lanjut (mendefinisikan istilah dan

mempertimbangkan definisi), dan mengatur strategi dan taktik (memutuskan suatu tindakan). Adapun, kisi-kisi soal dapat dilihat pada lampiran 22, sedangkan pedoman pemberian skor yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Pedoman Pemberian Skor Soal Uraian Berpikir Kritis

| Kategori    | Skor | Indikator Penilaian                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Skor Tinggi | 5    | Jawaban yang diberikan jelas, fokus dan akurat. Poin-poin yang berhubungan dengan pertanyaan soal dikemukakan dengan jelas untuk mendukung jawaban yang diberikan. Hubungan antara jawaban dan soal tergambar dengan jelas.                           |
| Skor Sedang | 3    | Jawaban yang diberikan jelas dan cukup fokus, namun kurang lengkap. Contoh-contoh yang diberikan terbatas. Keterkaitan antara jawaban dan soal kurang kuat.                                                                                           |
| Skor Rendah | 1    | Jawaban yang diberikan kurang sesuai dengan apa yang dimaksudkan dalam soal, berisi informasi yang tidak akurat, atau menunjukkan kurangnya penguasaan terhadap materi. Poin-poin yang diberikan tidak jelas, tidak memberikan contoh yang mendukung. |
|             | 0    | Tidak ada jawaban.                                                                                                                                                                                                                                    |

(Stiggins, 1994: 153)

Untuk mengukur validitas dan reliabilitas instrumen tes kemampuan berpikir kritis, sebelum diberikan kepada siswa pada saat penelitian, soal-soal tersebut diuji cobakan terlebih dahulu terhadap siswa SMA yang telah memperoleh materi pemanasan global. Adapun, analisis instrumennya sebagai berikut.

#### a) Uji Validasi

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kesahihan suatu

tes. Suatu tes dikatakan valid apabila tes tersebut mengukur apa yang hendak diukur (Sugiyono, 2009: 173).

Untuk menguji validitas setiap butir soal maka skor-skor yang ada pada butir yang dimaksud dikorelasikan dengan skor totalnya. Skor tiap butir soal dinyatakan skor X dan skor total dinyatakan sebagai skor Y. Dengan diperolehnya indeks validitas setiap butir soal, dapat diketahui butir-butir soal manakah yang memenuhi syarat dilihat dari indeks validitasnya. Untuk menguji validitas instrumen digunakan rumus *korelasi product moment* dengan angka kasar sebagai berikut.

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

Keterangan:  $r_{xy}$  = koefisien korelasi yang dicari

N = banyaknya responden

x = nilai variable 1

y = nilai variable 2

(Sugiyono, 2009: 255).

Untuk perhitungannya, peneliti menggunakan *software SPSS (Statistical Product and Service Solution) versi 21*. Koefisien korelasi yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori pada tabel 3.5. Jika  $r_{xy} > r_{tabel}$  maka butir soal yang diuji berarti valid dengan dengan taraf signifikansi 5%.

Tabel 3.5. Klasifikasi Koefisien Korelasi

| Nilai $r_{xy}$            | Interpretasi  |
|---------------------------|---------------|
| $0,80 < r_{xy} \leq 1,00$ | Sangat kuat   |
| $0,60 < r_{xy} \leq 0,80$ | Kuat          |
| $0,40 < r_{xy} \leq 0,60$ | Sedang        |
| $0,20 < r_{xy} \leq 0,40$ | Rendah        |
| $0,00 < r_{xy} \leq 0,20$ | Sangat rendah |

(Sugiyono, 2009: 257)

Rekapitulasi hasil uji validitas tes keterampilan berpikir kritis disajikan pada tabel

3.6 . Proses perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11.

Tabel 3.6. Rekapitulasi Hasil Uji Validitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis

| No. | Butir Soal | Koefisien Korelasi | is Tes Keteran | Tingkat Validitas | Interpretasi |
|-----|------------|--------------------|----------------|-------------------|--------------|
| 1   | 1          | 0,792              | 0,355          | Valid             | Kuat         |
| 2   | 2          | 0,766              | 0,355          | Valid             | Kuat         |
| 3   | 3          | 0,583              | 0,355          | Valid             | Sedang       |
| 4   | 4          | 0,805              | 0,355          | Valid             | Sangat kuat  |
| 5   | 5          | 0,677              | 0,355          | Valid             | Kuat         |
| 6   | 6          | 0,778              | 0,355          | Valid             | Kuat         |
| 7   | 7          | 0,586              | 0,355          | Valid             | Sedang       |
| 8   | 8          | 0,693              | 0,355          | Valid             | Kuat         |
| 9   | 9          | 0,584              | 0,355          | Valid             | Sedang       |
| 10  | 10         | 0,724              | 0,355          | Valid             | Kuat         |

#### b) Uji Realibilitas

Reabilitas tes merupakan tingkat konsistensi suatu tes, yaitu sejauh mana suatu tes dapat dipercaya untuk menghasilkan skor yang konsisten, relatif tidak berubah walaupun diteskan pada situasi yang berbeda-beda. Menurut Arikunto (2010: 239), untuk mencari koefisien reliabilitas ( $r_{11}$ ) uraian menggunakan rumus Alpha yang dirumuskan sebagai berikut.

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

Keterangan :  $r_{11}$  = reliabilitas instrumen

$k$  = banyaknya butir pertanyaan

$\sum \sigma_b^2$  = jumlah varians butir tiap pertanyaan

$\sigma_t^2$  = varian skor total

(Arikunto, 2010: 239)

Ukuran untuk mengetahui tinggi rendahnya tingkat reliabilitas, digunakan

indeks korelasi reliabilitas seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.5. Kriteria yang digunakan adalah jika koefisien  $r_{11} > r_{tabel}$  dengan taraf signifikansi 5%, maka butir soal dinyatakan reliable.

Dalam perhitungannya peneliti menggunakan program *SPSS version 21*. Adapun, hasil perhitungan untuk keterampilan berpikir kritis diperoleh  $r_{11} = 0,885$  sedangkan nilai  $r_{tabel} = 0,355$ , dapat disimpulkan bahwa butir-butir instrument tes keterampilan berpikir kritis tersebut reliable dengan kriteria sangat kuat. Artinya, derajat reliabilitas tes tersebut akan memberikan hasil yang relatif sama jika diujikan kembali kepada subjek yang sama pada waktu berbeda. Hasil perhitungan secara lengkap uji reliabilitas tes kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada lampiran 12.

## **E. Teknik Analisis Data**

Data-data yang telah dikumpulkan, yaitu data hasil dari analisis dokumen dan kajian pustaka, angket, wawancara, observasi, dan tes keterampilan berpikir kritis, selanjutnya dilakukan analisis. Analisis data dilakukan sesuai prosedur yang telah ditentukan.

### **1. Analisis Data pada Tahap Pengumpulan Informasi**

Data yang diperoleh melalui pengumpulan informasi meliputi hasil analisis dokumen dan kajian pustaka, angket, wawancara, dan observasi. Data-data tersebut dianalisis secara deskriptif dalam bentuk uraian naratif sehingga diperoleh gambaran tentang

- a. deskripsi teoretik keterampilan berpikir kritis siswa dan penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran,
- b. deskripsi empirik latar belakang penelitian meliputi kondisi guru, siswa, sarana dan prasarana, serta kebutuhan media pembelajaran pemanasan global untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

## **2. Analisis Data pada Tahap Evaluasi Produk**

Analisis data pada tahap evaluasi produk terdiri dari analisis uji ahli, uji perseorangan (satu lawan satu), dan uji coba lapangan. Pada setiap tahap evaluasi jika setelah dievaluasi dan divalidasi harus dilakukan perbaikan, maka akan memasuki tahap revisi.

Pada tahap evaluasi uji ahli dan uji coba satu lawan satu instrumen penilaian yang digunakan memiliki dua alternatif jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu “Ya” dan “Tidak”. Revisi dilakukan pada konten pertanyaan yang diberi pilihan jawaban “Tidak”, atau memberikan masukan khusus terhadap media yang sudah dibuat.

Pada uji coba lapangan yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu uji efektivitas dan penyebaran angket untuk memperoleh data kemenarikan, kemudahan pengoperasian dan kemanfaatan multimedia interaktif pemanasan global.

Kegiatan analisis data dari kegiatan uji efektivitas dilakukan dengan analisis statistik kuantitatif, dengan analisis statistik uji t (*t-test*) untuk mengukur hasil penerapan multimedia interaktif yang dikembangkan pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan (*treatment*).

Untuk mengetahui sejauh mana efektivitas multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik, maka dilakukan analisis nilai gain ternormalisasi, sebagaimana yang diungkapkan oleh Hake (1999), bahwa dengan mendapatkan nilai rata-rata gain yang ternormalisasi maka secara kasar akan dapat diukur efektivitas suatu pembelajaran dalam pemahaman konseptual.

Rumus *N-gain* menurut Hake (1999) sebagai berikut.

$$N\text{-gain } (< g >) = \frac{(\%<Sf> - \%<Si>)}{(100 - \%<Si>)}$$

Keterangan:  $< Sf > = \text{posttest}$   
 $< Si > = \text{pretest}$

Kriteria tingkat gain menurut Hake (1999) disajikan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7. Kriteria Tingkat Gain

| Indeks Gain        | Kriteria |
|--------------------|----------|
| $g \geq 0,7$       | Tinggi   |
| $0,3 \leq g < 0,7$ | Sedang   |
| $g < 0,3$          | Rendah   |

Data kemenarikan, kemudahan pengoperasian dan kemanfaatan multimedia interaktif pemanasan global diperoleh dari uji lapangan kepada siswa pengguna melalui penyebaran angket. Angket respon terhadap pengoperasian produk memiliki empat pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan. Masing-masing pilihan jawaban memiliki skor berbeda yang mengartikan tingkat kesesuaian produk bagi pengguna. Skor penilaian dari tiap pilihan jawaban ini dapat dilihat dalam tabel 3.8.

Tabel 3.8. Skor Penilaian terhadap Pilihan Jawaban

| Pilihan Jawaban | Pilihan Jawaban | Pilihan Jawaban | Skor |
|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| Sangat menarik  | Sangat mudah    | Sangat membantu | 4    |
| Menarik         | Mudah           | Membantu        | 3    |
| Kurang menarik  | Kurang mudah    | Kurang membantu | 2    |
| Tidak menarik   | Tidak mudah     | Tidak membantu  | 1    |

(Sumber: Suyanto, 2009).

Hasil dari skor penilaian tersebut kemudian diolah sebagai berikut.

- a. Pengolahan jumlah skor ( $\sum S$ ) jawaban angket adalah sebagai berikut.
  1. Skor untuk pernyataan sangat menarik/sangat mempermudah/sangat membantu
 

Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab
  2. Skor untuk pernyataan menarik/mempermudah/membantu
 

Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab
  3. Skor untuk pernyataan kurang menarik/kurang mudah/kurang membantu
 

Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab
  4. Skor untuk pernyataan tidak menarik/tidak mudah/tidak membantu
 

Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab
- b. Menghitung persentase jawaban angket pada setiap item dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$X_{in} \% = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005: 50})$$

Keterangan :  $X_{in} \%$  = persentase jawaban angket  
 $\sum S$  = jumlah skor jawaban  
 $S_{maks}$  = skor maksimum yang diharapkan

- c. Menghitung rata-rata persentase angket untuk mengetahui kemenarikan, kemudahan pengoperasian, dan kemanfaatan multimedia interaktif pemanasan global dengan rumus sebagai berikut.

$$\overline{X_i \%} = \frac{\sum X_{in} \%}{n} \quad (\text{Sudjana, 2005: 67})$$

Keterangan :  $\overline{X_i \%}$  = rata-rata persentase angket-i  
 $\sum X_{in} \%$  = jumlah persentase angket-i  
 $n$  = jumlah pertanyaan

- d. Menafsirkan skor secara keseluruhan mengenai tingkat kemenarikan, kemudahan pengoperasian, dan kemanfaatan multimedia interaktif pemanasan global dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010: 195) seperti pada tabel 3. 9.

Tabel 3.9. Tafsiran Skor Penilaian Menjadi Pernyataan Nilai Kualitas

| Skor (Persentase) | Kriteria      |
|-------------------|---------------|
| 80,1%-100%        | Sangat tinggi |
| 60,1%-80%         | Tinggi        |
| 40,1%-60%         | Sedang        |
| 20,1%-40%         | Rendah        |
| 0,0%-20%          | Sangat rendah |

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil utama dari penelitian dan pengembangan ini adalah Multimedia Interaktif Pemanasan Global (MIPG) dengan pendekatan saintifik yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa yang disajikan dalam bentuk simulasi sebab akibat dan dikemas dalam bentuk serangkaian kegiatan pembelajaran, meliputi aktivitas mengamati, mendiskusikan hasil pengamatan, melakukan percobaan, melakukan penalaran dan mengomunikasikan hasil kegiatan pembelajaran.
2. Penggunaan multimedia interaktif pemanasan global lebih efektif dari pada pembelajaran konvensional.
3. Tingkat kemenarikan, kemudahan pengoperasian dan kemanfaatan terhadap multimedia interaktif pemanasan global dengan pendekatan saintifik berturut-turut adalah sangat tinggi (80,49% ), tinggi (79,04% ), dan sangat tinggi (82,58%).

## B. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian di atas, diajukan beberapa saran sebagai berikut.

1. Penggunaan media pembelajaran MIPG dengan pendekatan saintifik dalam pembelajaran fisika materi pemanasan global dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran yang efektif dalam upaya meningkatkan kemampuan keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Media pembelajaran MIPG dengan pendekatan saintifik dapat dikembangkan oleh guru dengan mengombinasikan MIPG dengan model pembelajaran yang sesuai.
3. Dalam penelitian ini, keterampilan yang dikembangkan menggunakan media pembelajaran MIPG dengan pendekatan saintifik adalah kemampuan berpikir kritis siswa, maka hendaknya ada penelitian lain yang mencoba menerapkan media pembelajaran tersebut dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking*) lain yang sangat diperlukan terkait dengan kebutuhan siswa untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan penyelesaian masalah yang dihadapainya dalam kehidupan sehari-hari.
4. Dampak pengiring dari pembelajaran ini adalah, siswa diharapkan memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Guna dapat mengetahui dampak pengiring yang dimiliki oleh siswa setelah dilakukan pembelajaran menggunakan MIPG, diharapkan guru dapat merealisasikannya dengan serangkaian kegiatan aksi nyata di lapangan, yaitu dapat berupa gerakan penghijauan, gerakan jumat bersih, dan gerakan bersepeda ke sekolah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Borg, W. R. & Gall, M. D. 1989. *Educational Research an Introduction*. New York: Longman.
- Browne, M. N., & Keeley, S. M. 2007. *Asking the right questions: A guide to critical thinking, 8<sup>th</sup> ed*. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Chang, K. E., Chen, Y. L., Lin, H. Y., & Sung, Y. T. 2008. Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498.
- Ching, H. S., & Fong, S. F. (2013). Effects of multimedia-based graphic novel presentation on critical thinking among students of different learning approaches. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4).
- Costa, A. L. 1985. *Developing Minds A Resource Book for Teaching Thinking*. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Damirci, N. 2007. A Study About Student' Misconceptions In Force And Motion Concept By Incorporating A Web-Assisted Physics Program. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET* Vol. 4.
- Daryanto. 2013. *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting dalam Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gaya Media.
- De Jong, T. 1991. Learning and instruction with computer simulations. *Education and Computing*, 6(3), 217-229.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. 1998. Scientific discovery learning with simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.

- Ennis, Robert H. 1985. *Goals for a Critical Thinking Curriculum*. In A.L. Costa (ed.). *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. Alexandria: ASCD.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., & LeMaster, R. 2005. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 1(1), 010103.
- Frear, V., & Hirschbuhl, J. J. 1999. Does interactive multimedia promote achievement and higher level thinking skills for today's science students?. *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 323-329.
- Hake, R.R. 1999. *Analyzing Change/Gain Score*. Woodland Hills: Dept. Of Physics, Indiana University. [Online]: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChang-Gain.pdf>. (Diakses 23 September 2015)
- Holzinger, A., & Ebner, M. 2003. Interaction and Usability of Simulations & Animations: A Case Study of the Flash Technology. *In Interact*.
- Huang, C. 2005. Designing high-quality interactive multimedia learning modules. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 29(2), 223-233.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *General Guidelines on The Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assesment*. Version 2, pp. 66.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. 2001. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & education*, 36(2), 183-204.
- Joyce, B., Weil, M., dan Calhoun, E. 2009. *Models of Teaching*. Diterjemahkan oleh Achmad Fawaid dan Ateilla Mirza. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Kartimi dan Liliyasi. 2012. Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis Pada Konsep Termokimia Untuk Siswa SMA Peringkat Atas dan Menengah. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. UNNES : 21-16.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Republik Indonesia.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. 2006. Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. 2008. Introducing technological pedagogical content knowledge. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, New York.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. 2009. Too cool for school? No way! Using the TPACK framework: You can have your hot tools and teach with them, too. *Learning & Leading with Technology*, 36(7), 14-18.
- Lee, J. 1999. Effectiveness of computer-based instructional simulation: A meta analysis. *International Journal of Instructional Media*, 26(1), 71-85.
- Lihui, W. H., Qun, Z., Feng, L., & Qin Yuqing, W. 2015. Teacher Questioning in College English Class: A Guide to Critical Thinking. *Global Journal of Human-Social Science Research*, 15(11).
- Liliasari. 2005. *Membangun Keterampilan Berpikir Manusia Indonesia Melalui Pendidikan Sains*. Pidato Pengukuhan Guru Besar. UPI Bandung. 23 Nopember.
- Linn, M. C., Lee, H. S., Tinker, R., Husic, F., & Chiu, J. L. (2006). Teaching and assessing knowledge integration in science. *Science*, 313(5790), 1049-1050.
- Mayer, R. E. 2003. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and instruction*, 13(2), 125-139.
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., & Wieman, C. E. 2008. Developing and researching PhET simulations for teaching quantum mechanics. *American Journal of Physics*, 76(4), 406-417.
- 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. 2008. *Konsep dan Aplikasi Program Pembelajaran Berbasis Komputer (Computer Based Interaction)*. P3MP. UPI.
- Nandi, S. P. 2006. Penggunaan Multimedia Interaktif Dalam Geografi Di Persekolahan. *Jurnal "GEA" Jurusan Pendidikan Geografi Vol*, 6(1).
- Permendikbud No. 65 tahun 2013 tentang Standar Proses.
- Permendikbud No. 59 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah.

- Praneetham, C., & Thathong, K. 2016. Development of Digital Instruction for Environment for Global Warming Alleviation. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 15(2).
- Reddi, U. V., & Mishra, S. 2003. Educational multimedia. *A handbook for teacher-developers*. New Delhi: CEMCA.
- Santrock, J.W. 2011. *Educational Psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. 2011. Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. *Climatic Change*, 104(3-4), 481-507.
- Skamp K. R, Boyes E, Stanisstreet M, 2009. Global warming responses at the primary Secondary interface: 1 students beliefs and willingness to act, *Australian Journal of Environmental Education*; 25:15-30.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. 2009. Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Snyder, L. G., & Snyder, M. J. 2008. Teaching critical thinking and problem solving skills. *The Journal of Research in Business Education*, 50(2), 90.
- Stiggins, R. J. 1994. *Student-centered classroom assessment*. New York: Merrill. 153.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono . 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, 141-144.
- Susilowati. 2013. Membelajarkan IPA dengan *Integrative Science* Tinjauan Kemampuan Berpikir Kritis (*Critical Thinking Skills*) dalam Implementasinya pada Kurikulum 2013. *Prosiding Seminar Nasional IPA IV*. UNNES: 379-384.
- Suwendi, N. 2011. Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Dampak Pemanasan Global. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(2).
- Suyanto, Eko. 2009. Pengembangan Contoh Lembar Kerja Fisika Siswa dengan Latar Pementasan Bekal Awal Ajar Tugas Studi Pustaka dan Keterampilan Proses untuk SMA Negeri 3 Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan 2009*. Universitas Lampung.
- Tawil, Muh dan Liliarsari. 2013. *Berpikir Kompleks dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Badan Penerbit UNM.

- Tawil, M., & Rusdiana, D. 2012. Efektivitas Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer Pada Topik Superposisi Gelombang untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Triwiyono. 2011. Program Pembelajaran Fisika Menggunakan Metode Eksperimen Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7: 80-83
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. 2002. Animation: can it facilitate?. *International journal of human-computer studies*, 57(4), 247-262.
- Varma, K., & Linn, M. C. 2012. Using interactive technology to support students' understanding of the greenhouse effect and global warming. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4), 453-464.
- Wiyono, Kentang. 2009. Model Pembelajaran Multimedia Interaktif Relativitas Khusus untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Seminar Nasional Pendidikan FKIP Universitas Sriwijaya*.
- Wiyono, K., Setiawan, A., & Suhadi, A. 2009. Model Pembelajaran Multimedia interaktif Relativitas Khusus untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 21-30.
- Yazdanparast, T., Salehpour, S., Masjedi, M. R., Seyedmehdi, S. M., Boyes, E., Stanisstreet, M., & Attarchi, M. 2013. Global warming: knowledge and views of Iranian students. *Acta Medica Iranica*, 51(3), 178-184.