

APLIKASI PERANGKAT AJAR “PETUALANGAN FISIKA” BERBASIS MULTIMEDIA UNTUK SMP KELAS 8

Fredy Purnomo; Silviana Simidjaja; Dwi Pangestuti; Anggondo Paulus Stifanus

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Binus University
Jl. KH. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480.
fpurnomo@binus.ac.id

ABSTRACT

Multimedia can be used as a supportive element in education. The most significant implementation of multimedia is shown in computer assisted instruction (CAI). It is a self-instructional program which provides an accessible, interactive, and flexible way of presenting curriculum material. Therefore, this research objective is to design and develop a CAI for physics as a supportive learning method at school. Interactive Multimedia System Design & Development Cycle is used as the research method. It explains about a development and design cycle, especially for interactive multimedia system. Any information and data for analyzing user's need are obtained through questionnaire and interview. From the research, it is shown that most of the students face difficulties in learning physics as they imagine the logic or process that happens. Being implemented, most students as well as teachers are interested in this application that makes it easier for them to understand the physics process.

Keywords: *physics, computer assisted instruction (CAI), multimedia*

ABSTRAK

Multimedia dapat digunakan sebagai elemen pendukung dalam pendidikan. Pelaksanaan yang paling signifikan dari multimedia ditunjukkan dalam computer assisted instruction (CAI). Ini adalah program instruksional diri yang menyediakan cara yang mudah, interaktif, dan fleksibel menyajikan materi kurikulum. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah CAI untuk fisika sebagai sebuah metode belajar yang mendukung di sekolah. Interaktif Sistem Siklus Desain & Pengembangan Multimedia digunakan sebagai metode penelitian. Ini menjelaskan tentang pengembangan dan siklus desain, terutama untuk sistem multimedia interaktif. Setiap informasi dan data untuk menganalisis kebutuhan pengguna adalah yang diperoleh melalui kuesioner dan wawancara. Dari penelitian, terlihat bahwa sebagian besar siswa menghadapi kesulitan dalam belajar fisika karena mereka membayangkan logika atau proses yang terjadi. Sedang dilaksanakan, sebagian besar siswa serta guru tertarik pada aplikasi ini yang membuatnya lebih mudah bagi mereka untuk memahami proses fisika.

Kata kunci: *fisika, computer assisted instruction (CAI), multimedia.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi multimedia berkembang dengan pesat seiring perkembangan *hardware* dan *software* komputer. Saat ini, multimedia banyak digunakan sebagai media penyampaian informasi yang dinilai efektif karena dilakukan dengan mengkombinasikan berbagai elemen, di antaranya adalah teks, gambar, dan suara, yang membuat informasi yang disajikan menjadi lebih menarik. Berbagai macam aplikasi berbasis multimedia telah diciptakan untuk bermacam-macam keperluan, mulai dari dunia kesehatan, bisnis, hiburan, perbankan, dan lainnya.

Multimedia pun dapat dijadikan sebagai sarana baru dalam dunia pendidikan. Seperti yang kita ketahui, metode pengajaran yang digunakan di sekolah-sekolah pada umumnya masih konvensional, yaitu sistem pembelajaran berpusat pada guru. Banyak pelajar yang mengalami kesulitan dalam metode tersebut karena cenderung monoton dan kurang menarik minat serta perhatian untuk mempelajari suatu pelajaran. Mari kita ambil satu contoh, yaitu pelajaran Fisika. Sebagian besar pelajar menganggap bahwa Fisika merupakan mata pelajaran yang tergolong rumit, terdapat banyak teori, rumus, dan logika, sehingga sulit dipahami. Akibatnya, pelajar merasa kesulitan dalam mempelajari fisika dan nilai mereka pun jatuh dalam mata pelajaran ini. Beberapa hal tentu dilakukan oleh guru untuk membantu pelajar, antara lain dengan menggunakan alat peraga atau gambar dan melakukan praktikum di laboratorium. Namun, terkadang hal ini masih kurang membantu para pelajar dalam memahami materi.

Dalam multimedia, dikenal adanya *Computer Assisted Instruction* (CAI) atau lebih sering disebut perangkat ajar. CAI adalah suatu metode pengajaran dengan menggunakan *software* sebagai alat bantu mengajar. Perangkat ajar diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi pelajar dalam memahami materi yang disampaikan. Materi fisika yang rumit akan dikemas menjadi suatu perangkat ajar berbasis multimedia interaktif tanpa mengurangi proses pembelajaran itu sendiri.

Melihat besarnya potensi yang ada pada multimedia sebagai sarana meningkatkan minat belajar dan kualitas pembelajaran para pelajar, dibuatlah sebuah perangkat ajar fisika dengan mengutamakan kehandalan dalam penyajian, interaktivitas yang tinggi, interpretasi materi pelajaran yang mudah dimengerti, dan keefisienan dalam mengajar.

Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini, antara lain: (1) menganalisis dan merancang kebutuhan pembuatan aplikasi perangkat ajar fisika yang dapat mempermudah serta membangkitkan minat pelajar dalam mempelajari dan memahami pokok bahasan cahaya, alat optik, dan tata surya; (2) membuat perangkat ajar fisika berbasis multimedia yang dapat membantu guru dalam menyampaikan pokok bahasan cahaya, alat optik, dan tata surya.

Studi Pustaka

Multimedia

Menurut Vaughan (2008), multimedia adalah kombinasi dari teks, foto, seni grafis, suara, animasi, dan video yang disampaikan kepada Anda melalui komputer atau media elektronik lain yang dapat dimanipulasi secara digital. Ketika pengguna akhir dari proyek multimedia diizinkan untuk mengontrol apa dan kapan elemen-elemen tersebut akan dikirimkan, multimedia itu disebut multimedia interaktif.

Menurut Hofstetter (2001), multimedia terdiri dari 5 elemen. Pertama, teks – merupakan jenis data yang paling sederhana dan membutuhkan tempat penyimpanan yang paling kecil, biasanya dihasilkan oleh program pengolah kata dan merupakan elemen multimedia yang menjadi dasar dalam penyampaian informasi. Walaupun tidak mustahil untuk menciptakan suatu multimedia tanpa teks, sebagian besar sistem multimedia menggunakan teks karena teks adalah cara efektif untuk mengkomunikasikan ide-ide dan menyediakan instruksi bagi pengguna. Adapun teks digolongkan menjadi: *Printed text*, *Scanned text*, *Electronic text*, dan *Hypertext*. Kedua, gambar – merupakan representasi objek berbentuk dua dimensi atau tiga dimensi yang digunakan untuk memperjelas penyampaian informasi. Gambar dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu: *bitmap*, *vector images*, *clip art*, *digitized pictures*, dan *hyperpictures*. Ketiga, suara – merupakan elemen paling sensasional dalam multimedia. Dengan adanya fasilitas suara, hasil visualisasi akan menjadi lebih sempurna dan nyata. Keempat, video – merupakan unsur multimedia yang lengkap untuk aplikasi multimedia. Video dapat digunakan untuk merekam, mengedit, dan menampilkan informasi yang disulit bila dijelaskan melalui teks dan gambar saja. Video merupakan elemen multimedia yang paling kompleks, karena di dalamnya terdapat elemen-elemen multimedia lain, yaitu teks, gambar, animasi, dan suara. Dan kelima, animasi – serangkaian gambar yang diletakkan pada posisi yang berbeda dan ketika dijalankan dengan cepat akan menciptakan suatu efek gerak pada layar. Ada 4 jenis animasi: *frame animation*, *vector animation*, *computational animation*, dan *morphing*.

Prinsip Perancangan Antarmuka

Delapan aturan emas yang digunakan untuk merancang suatu antarmuka yang baik menurut Shneiderman dkk. (2010) adalah: (1) Konsistensi – perancangan menu, warna, *layout*, jenis huruf, dll. pada antarmuka harus dilakukan secara konsisten; (2) Memungkinkan pengguna menggunakan *shortcut*. Seiring peningkatan frekuensi penggunaan, pengguna menginginkan pengurangan jumlah interaksi dan peningkatan kecepatan interaksi. Untuk itu, dapat ditambahkan *shortcut* pada antarmuka; (3) Memberikan umpan balik yang informatif. Untuk setiap aksi yang dilakukan pengguna, harus diberikan umpan balik agar tercipta suasana yang komunikatif. Pada aksi yang bersifat kecil dan sering digunakan, respon yang diberikan sederhana. Namun, pada aksi yang bersifat besar dan jarang digunakan, respon yang diberikan harus lebih banyak dan rinci; (4) Merancang dialog untuk menghasilkan keadaan akhir. Dalam merancang komunikasi arus balik dengan pengguna, urutan tindakan harus diatur dengan mengetahui keadaan awal, tengah, dan akhir; (5) Adanya pencegahan kesalahan dan penanganan kesalahan. Sebisa mungkin, sistem dirancang untuk dapat mencegah pengguna dari kesalahan fatal yang dilakukan. Misalnya terdapat validasi pada formulir. Apabila pengguna melakukan kesalahan maka sistem harus memberikan instruksi kepada pengguna bagaimana memperbaikinya; (6) Memungkinkan pembalikan aksi yang mudah. Apabila memungkinkan, aksi dapat dibalik. Dalam suatu waktu, pengguna mungkin tidak sengaja melakukan aksi yang tidak diinginkan dan ingin melakukan pembatalan. Sistem harus memberikan fungsi pembatalan (*undo*) agar pengguna merasa nyaman dan tidak takut dalam menggunakan system; (7) Mendukung pusat kendali internal. Pengguna memiliki kekuasaan atas sistem sehingga dapat mengontrol program-program yang ada dalam system; (8) Mengurangi beban ingatan jangka pendek. Tampilan harus dibuat sesederhana mungkin sehingga pengguna tidak perlu banyak menghafal. Tampilan dari tiap halaman diperkuat dan frekuensi perpindahan jendela harus dikurangi.

Gaya Interaksi

Ada 5 gaya interaksi menurut Shneiderman (2010): (1) Direct manipulation. Jika seorang perancang dapat membuat suatu representasi visual dari dunia yang ingin ditampilkan, maka pekerjaan pengguna dapat dipermudah karena memungkinkannya manipulasi langsung dari objek-objek yang familiar. Contohnya metafora desktop, sistem kontrol lalu lintas, dll; (2) Menu selection. Pengguna membaca suatu daftar, memilih yang paling cocok untuk tugas mereka, dan mengamati hasilnya. Keuntungannya adalah adanya struktur yang jelas dalam pemilihan keputusan karena semua kemungkinan pilihan terjabar dalam satu waktu; (3) *Form fill-in*. Pada jenis interaksi ini, pengguna

harus mengerti *field labels*, nilai-nilai yang diperbolehkan, metode pengisian data, dan penanganan pesan kesalahan; (4) *Command language*. Memberikan kontrol yang kuat dan kepuasan bagi pengguna mahir. Kelemahannya antara lain memiliki tingkat kesalahan yang tinggi, membutuhkan latihan, dan sulit untuk diingat; (5) *Natural language*. Komputer dapat menanggapi perintah dalam bahasa alami.

Computer Assisted Instruction (CAI)

Menurut Chambers dan Sprecher (1983), definisi dari CAI adalah suatu fungsi dari komputer yang menyediakan instruksi dalam bentuk latihan, tutorial, dan simulasi. Hal yang mendasari pengembangan CAI adalah mempelajari kemungkinan penggunaan komputer sebagai alat bantu pengajaran di dunia pendidikan serta efek yang ditimbulkannya.

Menurut Kearsley (1983), ada 3 jenis CAI. Pertama, *drill and practice*. CAI ini merupakan jenis yang termudah dan menitikberatkan pada pelatihan berupa evaluasi belajar, yaitu menguji kemampuan melalui tes dan belajar dari kesalahan. Cara kerja jenis *drill and practice* adalah sebagai berikut: menampilkan pertanyaan atau masalah, menerima jawaban atau tanggapan dari pengguna, evaluasi jawaban dan memberikan tanggapan yang baik, melanjutkan ke pertanyaan lain.

Kedua, tutorial. Tutorial merupakan perangkat ajar dengan menggunakan komputer yang diprogramkan secara lengkap untuk mensimulasikan interaksi antara pengajar dan pelajar. Tutorial terdiri dari beberapa format rancangan sebagai berikut: (1) *Linear* – format ini hanya memberikan satu rute tunggal dalam pelatihan sehingga bila pengguna membuat kesalahan pada satu bagian pertanyaan maka mereka harus mulai dari awal lagi; (2) *Spiral* – format ini meliputi banyak subjek dan variabel yang berulang-ulang; (3) *Branching* – format percabangan ini memberikan kemungkinan jalur pelatihan kepada pengguna sesuai dengan minat dan kemampuannya; (4) *Multitrack* – hampir menyerupai *branching*, tapi setiap jalur merupakan pelatihan yang sifatnya terpisah sehingga pengguna lebih bebas menentukan pelatihan yang akan dipelajari; (5) *Regenerative* – setiap rute pelatihan dapat menghasilkan sekumpulan permasalahan yang berbeda-beda. Tingkat perbedaan ini dapat dilakukan pada setiap pelatihan atau pengguna yang berbeda; (6) *Adaptive* – penggunaan format intelegensia semu dimana tanggapan yang berbeda-beda akan menghasilkan sekumpulan pelatihan baru yang sesuai dengan tingkat kecakapan dan keinginan pengguna CAI.

Ketiga, *socratic*. Penggabungan penerapan intelegensia semu dengan tutorial. Komputer menyajikan permasalahan kepada pengguna yang terjadi dalam diskusi dan dialog. *Socratic* dapat disebut simulasi. Simulasi mengizinkan pengguna untuk langsung berperan, berinteraksi, dan memanipulasi komputer. Sifatnya cerdas sebab dapat memanipulasi setiap *input* yang diterima.

Adobe Flash

Menurut Sunyoto (2010), piranti lunak Adobe Flash, selanjutnya disebut Flash, merupakan *software* multimedia unggulan yang dulunya dikembangkan oleh Macromedia, tetapi sekarang dikembangkan dan didistribusikan oleh Adobe System. Sejak tahun 1996, Flash menjadi metode populer untuk menambahkan animasi dan interaktivitas *website*. Flash biasanya digunakan untuk membuat animasi, hiburan, dan berbagai komponen web, diintegrasikan dengan video dalam halaman web sehingga dapat menjadi aplikasi multimedia yang kaya (*Rich Internet Application*).

Flash dapat digunakan untuk memanipulasi vektor dan citra *raster* serta mendukung *bidirectional streaming* audio dan video. Flash juga berisi bahasa pemrograman yang disebut ActionScript. Flash dijalankan dengan Adobe Flash Player yang dapat ditanam pada *browser*, telepon seluler, atau piranti lunak lain. Format file Flash adalah SWF, kepanjangan dari ShockWave Flash *movie*. *Movie* atau *game* berbasis Flash, biasanya berekstensi *.swf*, dapat dijalankan melalui web, secara *stand alone* pada Flash Player atau dijalankan di sistem operasi secara langsung dengan membuatnya dalam format ekstensi *.exe*.

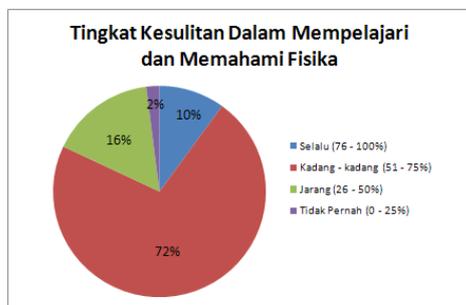
METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah *Interactive Multimedia System Design & Development Cycle*. Tahapannya meliputi: (1) Metode Analisis (*system requirements*), yang terdiri dari: pendefinisian sistem untuk menentukan tujuan pembuatannya, survei terhadap sistem yang sedang berjalan untuk menentukan pengguna potensial dan mengetahui kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan melalui studi kepustakaan, observasi langsung di sekolah, kuesioner, dan diskusi langsung dengan guru, identifikasi kebutuhan informasi, identifikasi persyaratan sistem; (2) Metode Perancangan (*design considerations*). Tahapan ini bertujuan untuk menggambarkan urutan perancangan dengan lebih detail. Tahapannya meliputi pemilihan metafora perancangan, pendefinisian format dan jenis informasi, perancangan struktur navigasi, dan penentuan kontrol dan alat bantu pada sistem.

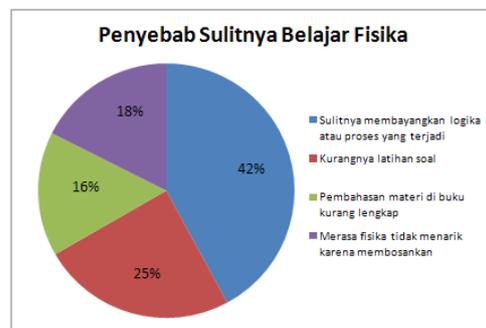
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan

Setelah melakukan wawancara dengan guru fisika dan menyebarkan kuesioner kepada 50 siswa SMP Tarsisius 2 kelas 8, dapat disimpulkan beberapa hal: (1) Pelajar menganggap fisika sebagai pelajaran yang sulit sehingga kehilangan motivasi belajar (Gambar 1); (2) Pelajar sulit membayangkan proses atau logika yang terjadi di dalam fisika (Gambar 2); (3) Pelajar cepat bosan dengan angka-angka dan sulit menghafal rumus fisika; (4) Pelajar menginginkan adanya praktikum untuk dapat mempraktekkan langsung materi yang telah dipelajari.



Gambar 1. Diagram tingkat kesulitan mempelajari dan memahami fisika.

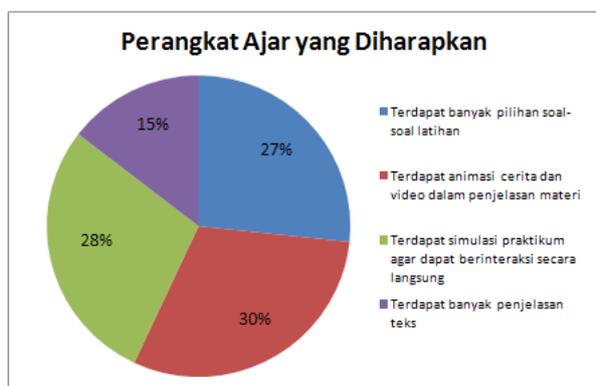


Gambar 2. Penyebab sulitnya belajar fisika.

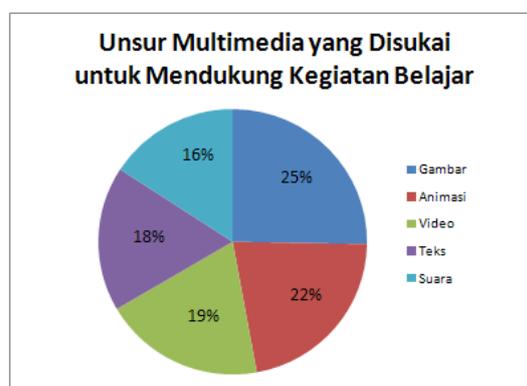
Usulan Solusi Kebutuhan

(1) Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, diajukan usulan solusi kebutuhan dengan rancangan sebuah piranti lunak perangkat ajar berbasis multimedia dengan kriteria sebagai berikut: (2) Rancangan tampilan antarmuka yang *user friendly* dan menarik, dengan adanya gambar-gambar kartun berwarna. Tampilan dirancang sesuai dengan materi yang dibahas, yaitu cahaya, alat optik, dan tata surya. Setiap materi memiliki karakteristik dan nuansanya sendiri sehingga pelajar tidak merasa bosan dengan nuansa yang monoton dari setiap materi (Gambar 3); (3) Materi fisika ditampilkan ke dalam bentuk animasi agar pelajar tertarik untuk melihatnya dan dapat lebih memahami materi (Gambar 4); (4) Simulasi dibuat untuk materi-materi fisika yang dapat

dipraktekkan; (5) Adanya soal-soal latihan untuk evaluasi belajar. Bentuknya terdiri dari 2 macam, yaitu kuis dan *game*. Kuis berisi soal-soal latihan pilihan ganda sedangkan *game* yang dibuat berjenis *hidden object*; (6) Pemberian video-video sebagai tambahan informasi bagi pelajar; (7) Rangkuman materi untuk setiap bab yang telah dipelajari; (8) Musik latar untuk meramaikan suasana pembelajaran dan membangkitkan semangat belajar para pelajar.



Gambar 3. Karakteristik perangkat ajar yang diharapkan.



Gambar 4. Unsur multimedia yang disukai untuk mendukung kegiatan belajar.

Perancangan Aplikasi Perangkat Ajar

Perangkat ajar yang dibuat mengandung unsur petualangan agar pelajar lebih tertarik untuk mempelajari fisika. Setiap bab fisika yang dibahas akan memiliki nuansa petualangan yang berbeda-beda, disesuaikan dengan materi yang sedang dibahas. Ada 3 bab yang dibahas di dalam perangkat ajar ini, yaitu cahaya, alat optik, dan tata surya. Pada bab cahaya, dunia petualangannya dinamakan “Dunia Cahaya”. Nuansa petualangan yang ada di dalamnya adalah dunia fantasi yang ajaib yang di dalamnya terdapat benda-benda unik seperti cermin ajaib, istana pelangi, dan lain-lain. Pada bab alat optik, dunia petualangannya dinamakan “Dunia Alat Optik”. Nuansa petualangan yang ada di dalamnya adalah dunia alam bebas yang berlokasi di hutan. Pada bab tata surya, diberi judul “Dunia Luar Angkasa”. Pelajar dapat menjelajahi luar angkasa dalam tampilan visual 2 dimensi dan mengenal anggota tata surya. *Key feature* yang ada di dalam aplikasi ini terdiri dari animasi, video, simulasi, kuis, rangkuman, dan *game*.

Fokus pembuatan perangkat ajar ini adalah untuk pengenalan materi dan juga eksplorasi. Aplikasi ini dirancang agar pelajar dapat memperoleh pembelajaran secara lengkap. Setelah diberikan pengenalan materi dan pembahasannya melalui animasi, video, serta rangkuman, pelajar dapat menggali lebih jauh kemampuan mereka dalam memahami materi melalui fitur simulasi dan kuis. Fitur *game* yang ada, secara tidak langsung juga memberikan pelajaran kepada mereka.

Di dalam *game* tersebut terdapat beberapa pertanyaan berupa teka teki yang harus dijawab agar misi dapat terselesaikan. Semua pertanyaan yang ditanyakan, berhubungan dengan 3 bab fisika yang ada di dalam perangkat ajar. Jadi melalui *game* ini, para pelajar dapat bermain sambil belajar. Fitur animasi, video, dan simulasi memiliki materi yang berbeda-beda, sesuai dengan bab fisika yang dibahas.

Aplikasi perangkat ajar ini dilengkapi pula dengan sebuah editor. Editor ini adalah sebuah aplikasi untuk admin. Fungsinya, agar *user* dapat memanipulasi data soal, rangkuman, dan nilai kuis yang terdapat di dalam aplikasi perangkat ajar. Beberapa operasi yang dapat dilakukan antara lain menambah, menghapus, dan mengedit data. Seluruh data mengenai soal, rangkuman, dan nilai kuis disimpan di dalam *database*.

Implementasi Sistem yang Diusulkan

Agar perangkat ajar ini dapat dijalankan dengan baik, diperlukan spesifikasi perangkat keras yang disarankan: komputer dengan kecepatan *processor* 2.4 GHz (Intel Pentium IV atau *processor* lain yang setara), *free space harddisk* sebesar 300 MB untuk program, memori DDR2 1GB, *VGA card* 128 MB dengan resolusi 1024 x 768 *pixel*, CD-ROM, *mouse*, *Keyboard*, *Speaker*.

Berikut ini beberapa piranti lunak yang diperlukan oleh pengguna agar dapat menjalankan aplikasi ini, yaitu: sistem operasi Windows XP, *software* perangkat ajar “Petualangan Fisika”, Microsoft Office Access 2003.

Evaluasi

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner secara langsung terhadap 50 pelajar SMP Tarsisius 2 Jakarta kelas 8 untuk mengevaluasi perangkat ajar yang telah dibuat. Secara garis besar, kesimpulan dari evaluasi hasil kuesioner ini, antara lain: (1) Sebagian besar responden merasa bahwa perangkat ajar ini mudah digunakan dan memiliki tampilan yang cukup menarik; (2) Sebagian besar responden tertarik untuk menggunakan aplikasi perangkat ajar ini sebagai alat bantu pengajaran fisika. Fitur yang paling disukai adalah *game*. Selain itu, secara berurutan, mereka juga menyukai animasi, video, serta kuis yang ada di dalam aplikasi ini; (3) Sebagian besar responden merasa penyampaian materi dalam perangkat ajar sudah jelas. Oleh karena itu, mereka merasa terbantu dalam mempelajari fisika; (4) Sebagian besar responden merasa bahwa aplikasi ini telah memenuhi harapan mereka akan sebuah perangkat ajar fisika.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan di SMP Tarsisius 2, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu: (1) Aplikasi perangkat ajar ini membantu guru dalam menjelaskan materi fisika, khususnya bab “Cahaya”, “Alat Optik”, dan “Tata Surya”, kepada para pelajar. Ketertarikan pelajar menggunakan aplikasi ini membuat minat untuk mempelajari fisika semakin besar; (2) Aplikasi ini mendukung kemudahan pengajaran fisika di kelas dengan adanya berbagai macam fitur di dalamnya, antara lain: animasi, video, simulasi, kuis, rangkuman, serta *game*. Jadi, metode pengajaran yang dapat dilakukan oleh guru menjadi semakin variatif; (3) Kesulitan utama guru dalam mengajari fisika adalah bagaimana menjelaskan suatu proses yang terjadi kepada para pelajar. Para pelajar juga seringkali kesulitan dalam memahami hal tersebut. Namun kesulitan ini dapat diminimalisasi dengan dibuatnya fitur simulasi untuk menggambarkan suatu proses fisika; (4) Para pelajar sangat menyukai aplikasi yang di dalamnya terdapat unsur permainan. Selain itu, mereka juga menyukai pengajaran melalui animasi dan video karena hal-hal tersebut memberikan nuansa pengajaran yang berbeda dari biasanya.

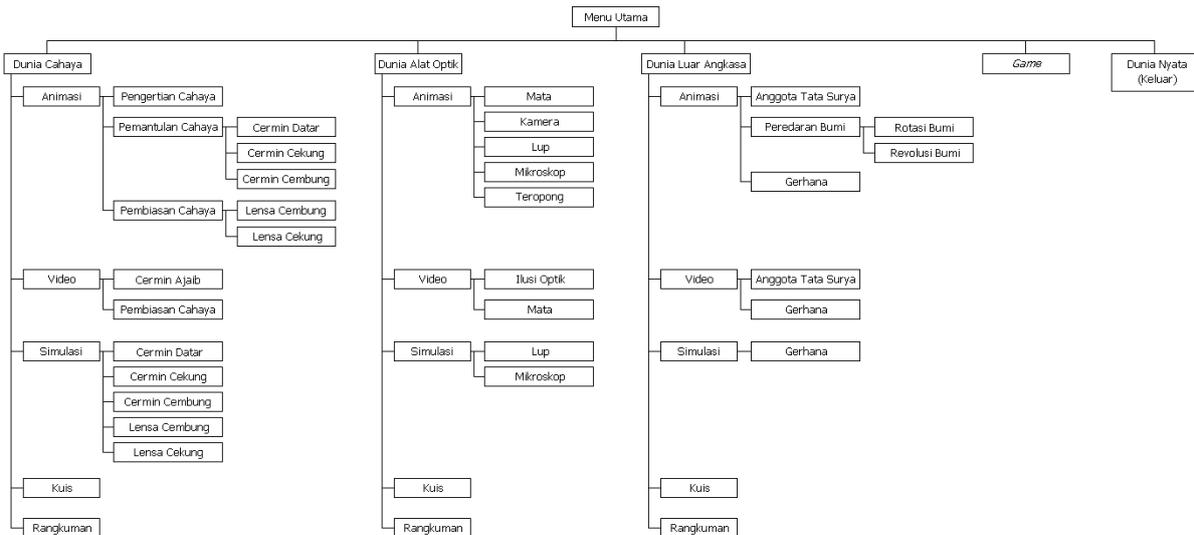
Saran

Perangkat ajar ini tentunya masih memiliki beberapa kekurangan. Berikut ini ada beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh peneliti berikutnya yang ingin melakukan pengembangan lebih lanjut, yaitu: (1) Mengembangkan kuis dan *game* menjadi beberapa variasi dan memiliki tingkatan kesulitan (*level*), mulai dari mudah hingga sulit; (2) Mengembangkan simulasi teropong untuk bab “Alat Optik”; (3) Menambahkan beberapa bab fisika lagi agar materi yang dibahas semakin lengkap; (4) Menambahkan narasi suara dalam animasi, namun disesuaikan dengan kebutuhan *user*.

DAFTAR PUSTAKA

- Chambers, Jack A., Sprecher, Jerry W. (1983). *Computer Assisted Instruction: Its Use in the Classroom*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hofstetter, Fred T. (2001). *Multimedia Literacy*, (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Kearsley, Greg. (1983). *Computer Based Training: A Guide to Selection and Implementation*. Massachusetts: Addison Wesley.
- Shneiderman, Ben, Plaisant, Catherine. (2010). *Designing the User Interface*, (5th ed.). Massachusetts: Addison-Wesley.
- Sunyoto, Andi. (2010). *Adobe Flash + XML = Rich Multimedia Application*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Vaughan, Tay. (2008). *Multimedia: Making It Work*, (7th ed.). New York: McGraw-Hill.

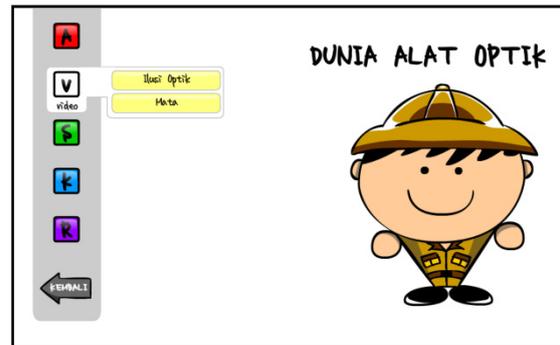
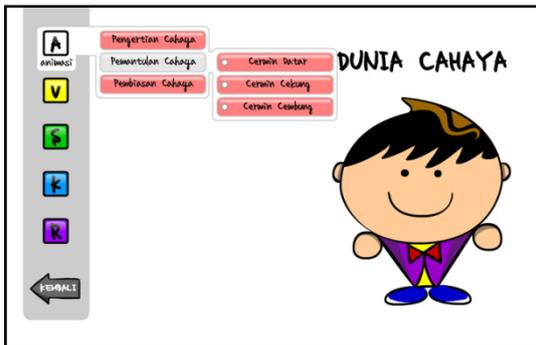
LAMPIRAN



Gambar 5. Struktur Menu Perangkat Ajar



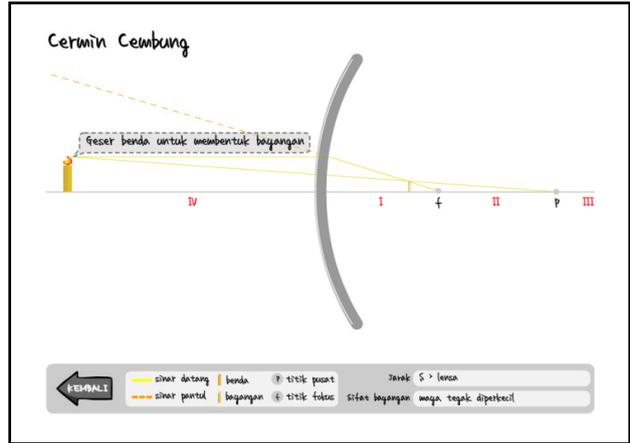
Gambar 6. Tampilan menu utama aplikasi perangkat ajar “Petualangan Fisika”.



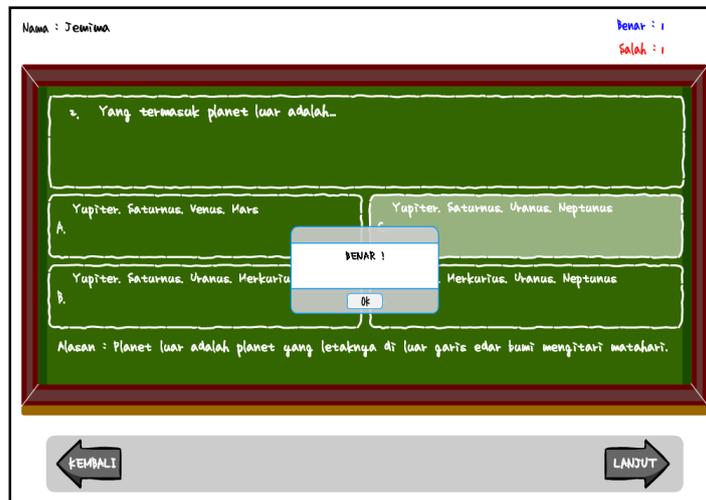
Gambar 7. Tampilan menu pada setiap dunia petualangan.



Gambar 8. Tampilan salah satu layar animasi.



Gambar 9. Tampilan salah satu layar simulasi.



Gambar 10. Tampilan layar kuis.



Gambar 11. Tampilan layar game.