

PENERAPAN PRINSIP MULTIMEDIA BERBASIS TEORI KOGNITIF PADA PERANCANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN (Studi Kasus: Sistem Peredaran Darah Manusia)

Eka Prasetya Adhy Sugara

Desain Komunikasi Visual Politeknik Palcomtech
Jl. Basuki Rahmat No. 5 Palembang 30129, Indonesia
e-mail: sugara.adhy@gmail.com

Abstrak - Multimedia adalah salah satu sarana yang dapat dimanfaatkan untuk membantu proses pembelajaran. Pada sistem pembelajaran berbasis komputer, dibutuhkan sebuah perangkat multimedia yang dapat membantu menyampaikan materi dengan baik. Perangkat ajar yang dibangun harus mengikuti teori kognitif untuk menjamin tercapainya tujuan pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan prinsip multimedia berbasis teori kognitif yang dikemukakan oleh Mayer. Prinsip-prinsip multimedia tersebut akan diterapkan pada perangkat pembelajaran tentang sistem peredaran darah pada manusia. Sistem multimedia dibangun dengan menggunakan metode pengembangan multimedia versi Luther-Sutopo. Hasil penelitian berupa perangkat pembelajaran tentang sistem peredaran darah pada manusia yang menerapkan prinsip-prinsip multimedia berbasis teori kognitif.

Kata kunci - Multimedia Mayer, Teori Kognitif, Pembelajaran Berbasis Komputer, Luther-Sutopo

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan sebuah proses komunikasi yang berlangsung dua arah, melibatkan proses mengajar yang dilakukan oleh tenaga pengajar seperti guru atau dosen, dan proses belajar yang dilakukan oleh peserta didik seperti murid atau mahasiswa. Proses pembelajaran akan berlangsung dengan baik bila pendidik mempunyai dua kompetensi utama, yaitu penguasaan materi pelajaran dan kompetensi metodologi pembelajaran [1]. Memanfaatkan aplikasi multimedia adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran.

Pembelajaran mata pelajaran tertentu, misalnya mata pelajaran Biologi tentang sistem peredaran darah pada manusia, dibutuhkan lebih dari sekedar teks atau gambar untuk mengetahui proses yang sebenarnya terjadi. Proses tersebut dapat divisualisasikan melalui animasi dan narasi. Kombinasi dari teks, gambar, animasi, narasi akan menghasilkan sebuah perangkat lunak multimedia pembelajaran interaktif yang memberi pemahaman yang lebih baik dalam pembelajaran [2]. Hugges, Noppe dan Noppe dalam Siskos [3] mengatakan multimedia yang bersifat interaktif membuatnya menarik terutama untuk para pelajar muda dikarenakan interaktivitas mendorong

pelajar untuk mengambil peran aktif dalam proses pembelajaran.

Perangkat pembelajaran membutuhkan acuan agar konten yang ditampilkan dapat diserap dengan efektif. Acuan yang dimaksud merupakan prinsip multimedia berbasis teori kognitif dalam perancangan perangkat pembelajaran sebagaimana yang dijelaskan oleh Mayer [4]. Perangkat pembelajaran juga memerlukan sebuah metode tertentu untuk dapat dikembangkan, salah satunya adalah metode yang dikembangkan oleh Luther. Metode Luther tersebut kemudian diadopsi oleh Sutopo sehingga disebut dengan metode Luther-Sutopo.

Perangkat pembelajaran menggunakan media bantu komputer sehingga dikenal dengan istilah Pembelajaran Berbasis Komputer (PBK) Chamber dan Sprecher dalam Wulansari [5] mengungkapkan bahwa PBK atau dikenal juga dengan *Computer Assisted Instruction* (CAI) pertama kali dicetuskan oleh Universitas Harvard pada tahun 1965. CAI dikenal dengan berbagai istilah, misalnya di Amerika Serikat dikenal dengan nama *Computer Based Instruction* (CBI) dan *Computer Based Education* (CBE), di luar Amerika Serikat, seperti di Eropa dikenal dengan nama *Computer Assisted Learning* (CAL) dan *Computer Based Training* (CBT). Namun dari semua istilah yang digunakan untuk menamakan perangkat ajar berbasis komputer seperti yang telah disebutkan diatas, semuanya mengacu pada hal yang sama, yaitu pengajaran dengan menggunakan komputer sebagai alat bantu. Beberapa penelitian terkait pemanfaatan komputer sebagai alat bantu proses pembelajaran menyimpulkan bahwa [6]:

1. PBK setidaknya sama efektifnya dengan instruksi langsung bila diukur dari segi prestasi bagi siswa di semua tingkatan kelas dan dalam berbagai bidang studi (Bangert-Drowns, Kullik dan Kullik, 1985; Chambers dan Sprecher, 1980; Kulik, Bangert dan Williams, 1983; Kullik, Kullik dan Cohen)
2. PBK mungkin lebih efektif bila digunakan oleh siswa dengan kemampuan rendah (Bangert-Drowns, Kullik dan Kullik, 1985; Chambers and Sprecher, 1980; Edwards, Norton, Tylor, Weiss dan Dusseldorp, 1975; Splittgerber)
3. Siswa menunjukkan sikap yang lebih baik terhadap pembelajaran dengan komputer daripada instruksi langsung (Bangert-Drowns, Kullik dan Kullik,

1985; Chambers dan Sprecher, 1980; Roblyer, 1988)

Rekayasa perangkat lunak adalah penggunaan prinsip-prinsip pengembangan untuk memperoleh perangkat lunak secara ekonomis yang reliabel dan bekerja secara efisien pada mesin nyata [7]. Rekayasa perangkat lunak meliputi tiga elemen dalam mengendalikan perkembangan perangkat lunak, yaitu proses metode dan alat bantu.

1. Proses

Proses perangkat lunak merupakan perekat yang menjaga bentangan teknologi secara bersama-sama dan memungkinkan perkembangan perangkat lunak komputer yang tepat waktu dan rasional. Proses - proses tersebut membatasi kerangka kerja untuk serangkaian area proses kunci yang harus dibangun demi keefektifan penyampaian teknologi pengembangan perangkat lunak.

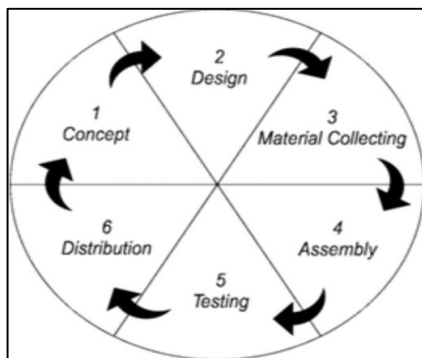
2. Metode

Metode rekayasa perangkat lunak memberikan teknik untuk membangun perangkat lunak. Metode - metode itu menyangkut serangkaian tugas yang luas yang menyangkut analisis kebutuhan, konstruksi program, desain, pengujian dan pemeliharaan. Rekayasa perangkat lunak mengandalkan pada serangkaian prinsip dasar yang mengatur setiap area teknologi dan menyangkut aktivitas pemodelan serta teknik - teknik deskriptif yang lain.

3. Alat Bantu

Tool - tool rekayasa perangkat lunak memberikan topangan yang otomatis ataupun semi-otomatis pada proses - proses dan metode - metode yang ada. Ketika tool - tool diintegrasikan sehingga informasi yang diciptakan oleh satu tool bisa digunakan oleh yang lain, terbentuk sistem untuk menopang perkembangan perangkat lunak yang disebut *computer-aided software engineering* (CASE).

Pengembangan perangkat lunak multimedia interaktif metode yang dikembangkan oleh Luther, lalu diadopsi oleh Sutopo sehingga sering disebut dengan metode pengembangan multimedia versi Luther-Sutopo [8] seperti diperlihatkan Gambar 1.



Gambar 1. Metode Luther-Sutopo

Metode Luther-Sutopo memiliki enam tahap utama dalam mengembangkan perangkat lunak multimedia, yaitu:

1. *Concept*

Tahap *concept* atau konsep adalah tahap untuk menentukan tujuan dan siapa pengguna program (identifikasi pengguna). Tujuan dan pengguna akhir program berpengaruh pada nuansa multimedia sebagai pencerminan dari identitas organisasi yang menginginkan informasi sampai pada pengguna akhir. Selain itu, tahap ini juga akan menentukan jenis aplikasi (presentasi, interaktif, dan lain-lain).

2. *Design*

Design atau perancangan adalah tahap pembuatan spesifikasi mengenai arsitektur program, gaya, tampilan, dan kebutuhan material/bahan untuk program. Tahap ini biasanya menggunakan storyboard untuk menggambarkan deskripsi tiap scene, dengan mencantumkan semua objek multimedia dan tautan ke scene lain dan bagian alir atau *flowchart* untuk menggambarkan aliran dari satu scene ke scene lain.

3. *Material Collecting*

Material Collecting adalah tahap pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan yang dikerjakan. Bahan-bahan tersebut, antara lain gambar clip art, foto, animasi, video, audio, dan lain-lain yang dapat diperoleh secara gratis atau dengan pemesanan kepada pihak lain sesuai dengan rancangannya.

4. *Assembly*

Tahap *assembly* adalah tahap pembuatan semua obyek atau bahan multimedia. Pembuatan aplikasi didasarkan pada tahap design, seperti storyboard, bagan alir, dan/atau struktur navigasi. Tahap ini biasanya menggunakan perangkat lunak authoring, seperti Macromedia Director dan Adobe Flash.

5. *Testing*

Tahap *testing* atau pengujian dilakukan setelah menyelesaikan tahap *assembly* dengan menjalankan aplikasi/program dan melihatnya apakah ada kesalahan atau tidak. Tahap pertama pada tahap ini disebut tahap pengujian *alpha* yang pengujiannya dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuatnya sendiri.

6. *Distribution*

Pada tahap ini, aplikasi disimpan dalam suatu media penyimpanan. Jika media penyimpanan tidak cukup untuk menampung aplikasinya, dilakukan kompresi terhadap aplikasi tersebut. Tahap ini meliputi tahap evaluasi untuk pengembangan produk yang sudah jadi agar menjadi lebih baik.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi teknik pengumpulan data dan metode pengembangan sistem. Teknik pengumpulan data yang dilakukan meliputi observasi

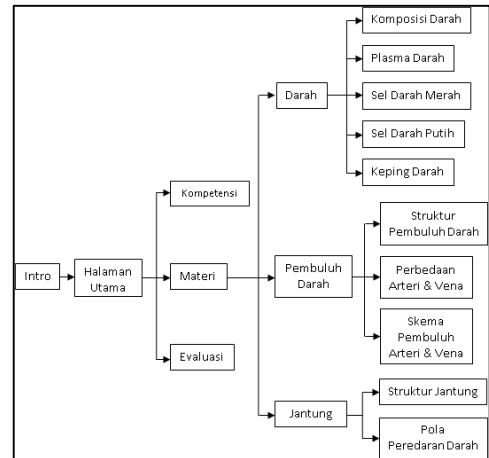
dan studi pustaka. Observasi, dilakukan dengan mengamati proses belajar mengajar Biologi di lingkungan di SMAN 1 Palembang sebagai data awal untuk mengetahui metode pembelajaran yang berjalan, kendala yang sering ditemui dan alternatif solusi yang mungkin dilakukan. Sementara studi pustaka, dilakukan dengan mempelajari referensi terkait sistem peredaran darah pada manusia untuk mengetahui dan mengidentifikasi kebutuhan pengguna.

Metode pengembangan dalam penelitian ini menggunakan metode pengembangan multimedia Luther-Sutopo yang terdiri dari tahap-tahap berikut:

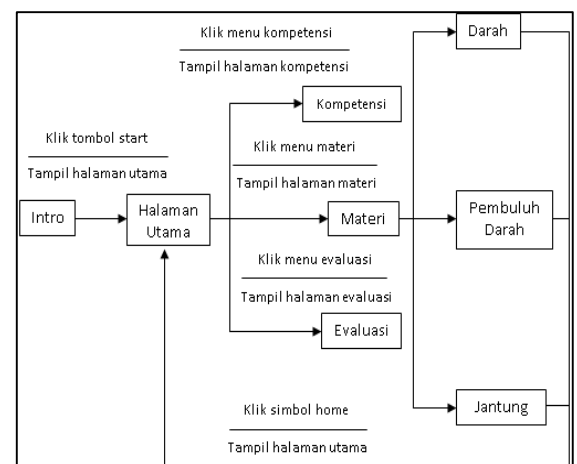
1. Konsep, yaitu menentukan konsep kognitif multimedia, jenis aplikasi multimedia dan informasi yang akan ditampilkan. Konsep multimedia mengikuti tujuh prinsip dalam perancangan multimedia sesuai teori kognitif dalam penelitian yang dilakukan oleh Mayer [4] yaitu:

- a. Prinsip *Multimedia*: Pembelajaran lebih mendalam ketika menampilkan kata-kata dan gambar dibandingkan jika hanya berupa kata-kata saja
- b. Prinsip *Contiguity*: Pembelajaran lebih mendalam ketika menyajikan kata-kata dan gambar secara bersamaan dibandingkan secara berurutan
- c. Prinsip *Modality*: Pembelajaran lebih mendalam ketika kata-kata disajikan dalam bentuk narasi dibandingkan dalam bentuk teks
- d. Prinsip *Redundancy*: Pembelajaran lebih mendalam ketika kata-kata disajikan sebagai narasi saja dibandingkan sebagai narasi dan teks
- e. Prinsip *Personality*: Pembelajaran lebih mendalam ketika kata-kata disajikan dalam gaya percakapan dibandingkan dalam gaya formal
- f. Prinsip *Interactivity*: Pembelajaran lebih mendalam ketika pembelajar dapat mengendalikan laju presentasi dibandingkan jika tidak dapat mengendalikan.
- g. Prinsip *Signaling*: Pembelajaran lebih mendalam ketika langkah-langkah pada narasi diberi tanda dibandingkan jika tanpa diberi tanda

2. Desain, yaitu merancang hirarki menu, *State Transition Diagram* atau STD [9] dan tampilan antar muka dari perangkat lunak. Hirarki digunakan untuk mengetahui *sequence* atau urutan halaman dari perangkat lunak, STD untuk menggambarkan *behaviour* atau tingkah laku dan *interface* atau tampilan antar muka yang berhubungan langsung dengan pengguna. Hirarki menu ditunjukkan pada Gambar 2 dan STD menu utama ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Hirarki Menu



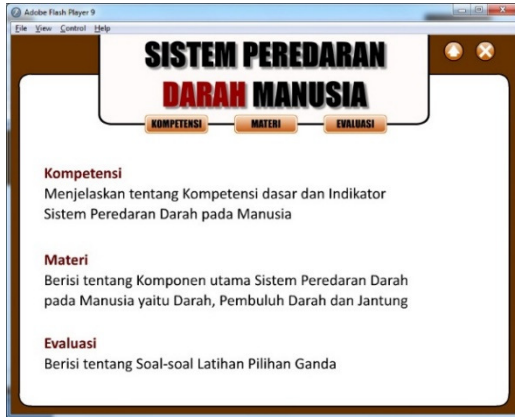
Gambar 3. STD Menu Utama

3. Pengumpulan Bahan, yaitu mengumpulkan komponen-komponen berupa gambar, teks, suara dan animasi yang akan ditampilkan pada prototipe perangkat lunak multimedia. Komponen multimedia yang digunakan diambil dari berbagai sumber seperti *website* atau berasal dari penulis sendiri, seperti komponen narasi dan animasi
4. Pembuatan, yaitu menyusun komponen - komponen yang telah dikumpulkan untuk mendapatkan bentuk prototipe perangkat lunak dengan bantuan *authoring tool* Adobe Flash CS3
5. Pengujian, yaitu melakukan pengujian *fungsi* terhadap kode program dengan metode *Black Box* untuk mengetahui dan menemukan kesalahan pada perangkat lunak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

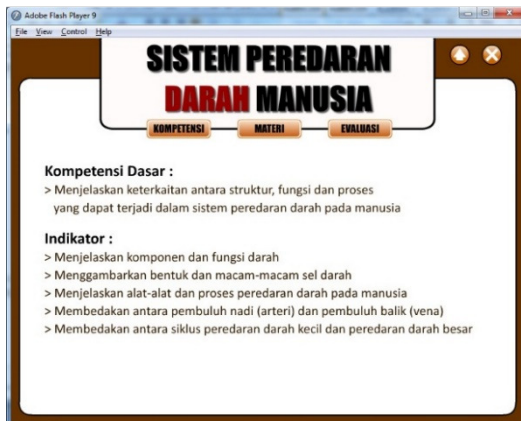
Hasil dari perancangan aplikasi multimedia ditunjukkan melalui tampilan antar muka tiap halaman, yaitu halaman intro, halaman utama, halaman materi, halaman kompetensi, halaman evaluasi, halaman komposisi darah, halaman struktur pembuluh darah dan halaman struktur jantung. Halaman intro merupakan halaman ketika aplikasi dibuka untuk pertamakalinya. Halaman ini berisi

tombol untuk masuk atau keluar dari aplikasi. Setelah tombol masuk ditekan, pengguna diperlihatkan halaman utama aplikasi. Halaman utama yang berisi tiga menu utama, yaitu Kompetensi, Materi dan Evaluasi dapat dilihat pada gambar 4.



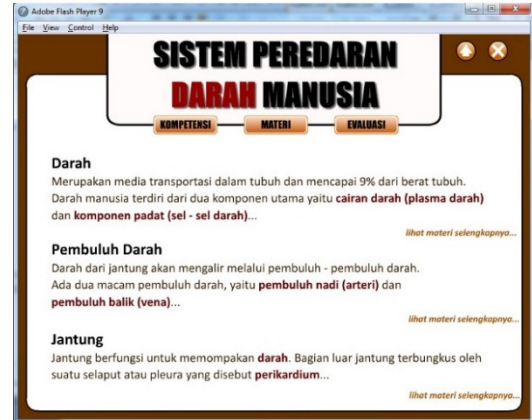
Gambar 4. Tampilan Halaman Utama

Halaman Kompetensi menjelaskan tentang kompetensi dasar dan indikator pembelajaran tentang sistem peredaran darah manusia yang menyesuaikan dengan kurikulum tahun 2006. Halaman kompetensi ditunjukkan oleh gambar 5.



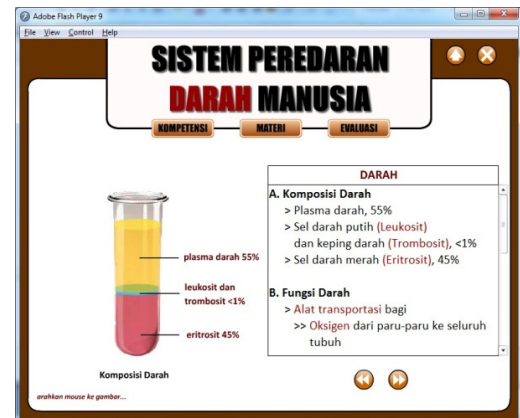
Gambar 5. Tampilan Halaman Kompetensi

Halaman materi akan ditampilkan jika menu materi ditekan. Halaman ini berisi deskripsi singkat untuk materi tentang darah, pembuluh darah dan jantung. Masing-masing memiliki tautan disebelah kanan yang dapat menampilkan materi yang ingin dilihat dengan menekan tautan tersebut. Halaman materi dapat dilihat pada gambar 6.



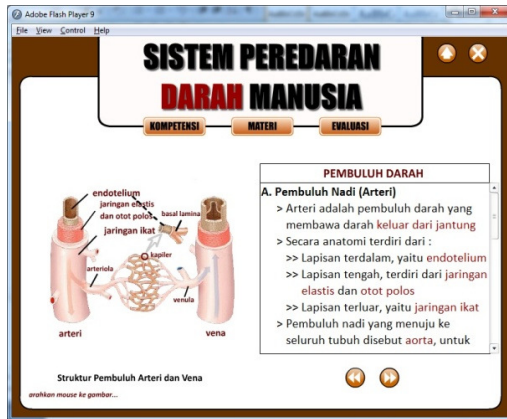
Gambar 6. Tampilan Halaman Materi

Halaman materi tentang darah terbagi menjadi lima sub materi, yaitu komposisi darah, plasma darah, sel darah merah, sel darah putih dan keping-keping darah. Ketika tautan menuju materi tentang darah ditekan, aplikasi akan menuju halaman sub materi tentang komposisi darah. Gambar 7 merupakan tampilan dari halaman komposisi darah.



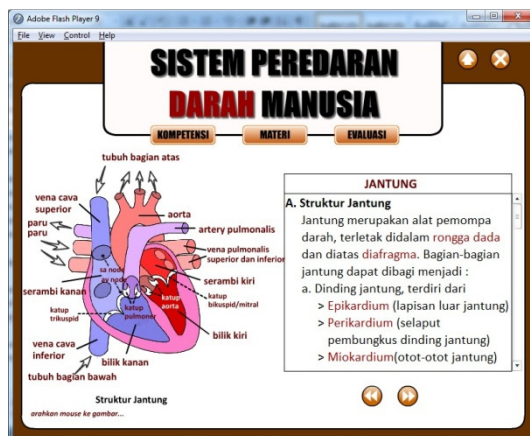
Gambar 7. Tampilan Halaman Komposisi Darah

Tiap halaman menampilkan gambar dan teks yang merupakan penjelasan dari gambar. Arahkan *mouse* pada gambar komposisi darah untuk memainkan animasi komposisi darah dan arahkan *mouse* menjauhi gambar untuk menghentikan animasi. Perpindahan antar sub materi dilakukan dengan menekan tombol *next* dan *back* yang terletak pada bagian bawah teks. Pada halaman terakhir, yaitu sub materi keping-keping darah, pengguna dapat langsung menuju materi selanjutnya dengan menekan tautan "lihat materi selanjutnya". Setelah menekan tautan "lihat materi berikutnya", pengguna akan diperlihatkan halaman materi tentang pembuluh darah. Halaman ini terbagi menjadi tiga sub materi, yaitu struktur pembuluh darah, perbedaan pembuluh arteri dan vena dan skema pembuluh darah. Gambar 8 merupakan tampilan dari halaman pembuluh darah.



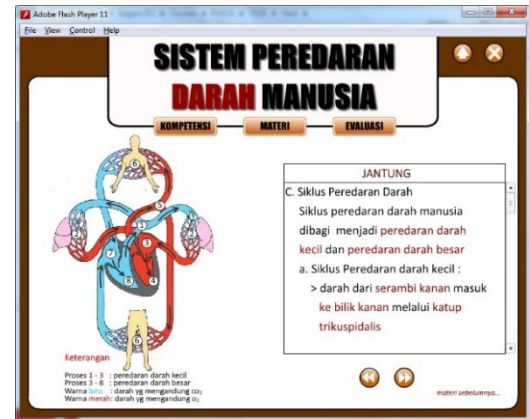
Gambar 8. Tampilan Halaman Pembuluh Darah

Pada sub materi tentang struktur pembuluh darah, pengguna dapat memainkan animasi mengenai bagian-bagian pembuluh darah. Pada sub materi perbedaan pembuluh darah, ditampilkan tabel perbedaan antara pembuluh arteri dan vena, sedangkan pada skema pembuluh darah, pengguna dapat melihat animasi yang berisi penamaan dan lokasi berbagai pembuluh darah pada sistem peredaran manusia. Gambar 9 merupakan tampilan halaman struktur jantung.



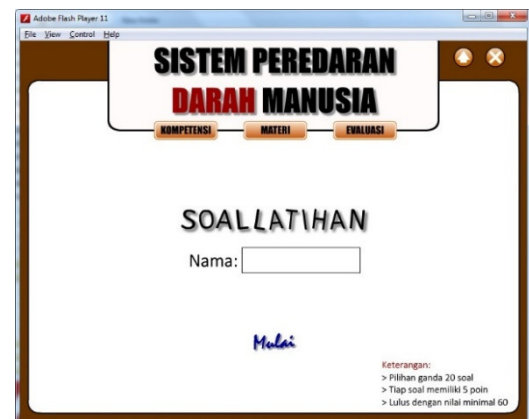
Gambar 9. Tampilan Halaman Struktur Jantung

Halaman materi jantung terbagi menjadi dua sub materi lagi, yaitu struktur jantung dan pola peredaran darah. Halaman ini berisi gambar dan penjelasan tentang struktur jantung. Arahkan *mouse* pada gambar untuk memainkan animasi untuk mengenal bagian-bagian jantung dan arahkan *mouse* menjauhi gambar untuk menghentikan animasi. Setelah melihat struktur jantung, pengguna dapat melihat animasi pola peredaran darah dengan menekan tombol *next*. Gambar 10 menunjukkan halaman pola peredaran darah.



Gambar 10. Tampilan Halaman Pola Peredaran Darah

Menu terakhir yang dapat diakses pengguna adalah evaluasi. Halaman evaluasi berisi daftar soal yang dapat dikerjakan untuk melihat sejauh mana pengguna telah menyerap materi pembelajaran. Sebelum memulai mengerjakan soal, pengguna diminta untuk memasukkan nama. Tampilan halaman evaluasi ditunjukkan oleh gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Halaman Evaluasi

Berdasarkan hasil yang telah ditampilkan, terlihat bahwa perancangan Gambar 7, 8 dan 9 telah sesuai dengan prinsip *multimedia* yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih baik bila menampilkan gambar dan kata-kata dibandingkan bila hanya berupa kata-kata saja. Setiap gambar yang berisi animasi diikuti dengan penjelasan di sampingnya. Hal ini juga sesuai dengan prinsip *contiguity* yang menyatakan pembelajaran lebih baik bila gambar dan kata-kata ditampilkan secara serentak dibandingkan bila ditampilkan secara bergantian atau berurutan. Pada Gambar 10, animasi ditampilkan dengan penjelasan narasi dari tiap proses yang terjadi, mengikuti prinsip *modality* yang menyatakan bahwa kata-kata lebih baik bila ditampilkan sebagai narasi dibandingkan sebagai teks diam dalam menceritakan proses yang terjadi. Berkaitan dengan prinsip *redundancy*, maka untuk setiap animasi yang sudah diringi teks, narasi tidak lagi ikut disertakan (Gambar 7, 8 dan 9) sedangkan

ketika menjelaskan tentang proses, tidak lagi memasukkan teks (Gambar 10). Animasi yang ditunjukkan oleh Gambar 10 juga sesuai dengan prinsip *signaling* karena adanya penggunaan nomor urut terjadinya proses. Prinsip terakhir tentang *interactivity* dapat dilihat bahwa aplikasi membutuhkan interaksi dari pengguna untuk dapat dijalankan. Pengguna harus menekan *link* atau tombol untuk melihat materi. Pengguna juga harus mengarahkan mouse ke gambar untuk memainkan animasi. Hanya saja ketika menjalankan animasi, pengguna tidak sepenuhnya dapat mengendalikan kecepatan atau *rate* dari animasi tersebut. Pengguna hanya dapat menentukan kapan animasi dimulai atau saat ingin animasi berhenti. Animasi berjalan ketika pengguna mengarahkan mouse pada gambar dan animasi berhenti saat mouse digerakkan menjauhi gambar tersebut. Prinsip *personality* tidak diterapkan pada perangkat pembelajaran, karena bahasa yang digunakan masih termasuk dalam gaya bahasa formal.

Langkah terakhir yang perlu dilakukan adalah pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box*. Metode *Black Box* merupakan metode yang dilakukan untuk mengetahui *fungsi* aplikasi yang dihasilkan.

Tabel 1: Hasil Pengujian Fungsionalitas

Deskripsi Pengujian	Skenario Pengujian	Respon Sistem	Hasil
Uji fungsi tombol mulai	Menekan tombol mulai	Tampil halaman Utama	Ok
Uji fungsi tombol keluar	Menekan tombol keluar	Keluar dari aplikasi	Ok
Uji fungsi tombol Home	Menekan tombol home	Tampil halaman utama	Ok
Uji fungsi tombol quit	Menekan tombol quit	Keluar dari aplikasi	Ok
Uji fungsi tombol menu kompetensi	Menekan menu kompetensi	Tampil halaman kompetensi	Ok
Uji fungsi tombol menu materi	Menekan menu materi	Tampil halaman materi	Ok
Uji fungsi tombol menu evaluasi	Menekan menu evaluasi	Tampil halaman evaluasi	Ok
Uji fungsi link materi darah	Menekan link materi darah	Tampil halaman materi darah	Ok
Uji fungsi link materi pembuluh darah	Menekan link materi pembuluh darah	Tampil halaman materi pembuluh darah	Ok
Uji fungsi link materi	Menekan link materi	Tampil halaman	Ok

jantung	jantung	materi jantung	
Uji fungsi tombol next	Menekan tombol next	Tampil frame berikutnya	Ok

Pada tahap pengujian fungsionalitas dengan *Black Box* sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1, aplikasi diuji dengan mengeksekusi aplikasi untuk mengetahui apakah terdapat kesalahan penulisan *script* dan semua menu dan tombol navigasi telah berfungsi dengan baik. Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa semua kode program telah berjalan dengan semestinya dan semua menu navigasi dan tombol telah berfungsi dengan baik.

IV. KESIMPULAN

1. Perancangan menghasilkan sebuah aplikasi multimedia pembelajaran biologi tentang sistem peredaran darah pada manusia.
2. Konsep aplikasi mengikuti enam prinsip dalam perancangan perangkat pembelajaran sesuai teori kognitif yang dikemukakan oleh Mayer.
3. Aplikasi yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan guru dalam proses pembelajaran materi terkait sistem peredaran darah pada manusia

V. SARAN

1. Aplikasi yang dihasilkan dapat menampilkan komponen video, dimana video merupakan media yang sangat baik untuk menggambarkan proses-proses biologis selain animasi
2. Konten pembelajaran dilengkapi dengan animasi kelainan dan penyakit yang dapat terjadi pada sistem peredaran darah pada manusia

REFERENSI

- [1] Sagala, Syaiful, 2010, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, Penerbit Alfabeta, Bandung
- [2] Rogers, Y. & Scaife, M., 1998, *How Can Interactive Multimedia Facilitate Learning*, University of Sussex, Brighton, UK., Diakses 03 Oktober 2012 dari http://users.mct.open.ac.uk/yr258/papers/Rogers_Scaife98.pdf
- [3] Siskos, A., Antoniou, P., Papaioannou, A. & Laparidis, K. (2005), *Effects of multimedia computer-assisted-instruction (MCAI) on academic achievement in physical education*, Interactive Educational Multimedia, no. 10 April 2005, hal.61-77, Diakses 20 September 2012, dari <http://greav.ub.edu/der/index.php/der/article/download/92/179>
- [4] Mayer, Richard E. (2002), *Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction*, Diakses 22 September 2012 dari www.fp.ucalgary.ca/macachlan/cognitive_theory_mm_design.pdf

- [5] Wulansari, E., Herawati, M., & Junitha, M., 2007, *Analisis dan Perancangan Perangkat Ajar Pengisian SPT Wajib Pajak Orang Pribadi Berbasis Multimedia*, Skripsi, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara
- [6] Yushau, B., Mji, A. dan Wessels, D.C.J., 2003, *Creativity and Computer in the Teaching and Learning of Mathematics*, Diakses 07 November 2012 dari http://www1.kfupm.edu.sa/math/TechReports_DATA/311.pdf
- [7] Pressman, Roger S. (2002), *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi (Buku Satu)*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [8] Binanto, Iwan, 2010, *Multimedia Digital Dasar: Teori dan Pengembangannya*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [9] Yourdon, Ed (2006), *Just Enough Structured Analysis Chapter 13: State Transition Diagram*, Diakses 13 Oktober 2012, dari <http://www.yourdon.com/PDF/oldJESA/JESA/JESAchpt13.pdf>