Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)
Edisi. .. Volume. .., Bulan 20.. ISSN : 2089-9033

MULTIMEDIA PRESENTASI PEMBELAJARAN BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK SISTEM PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA DALAM MATA PELAJARAN BIOLOGI DI SMPN 40 BANDUNG

Mahdi Hari Murpi

Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung
E-mail : harimurpi@gmail.com

ABSTRAK

Sistem peredaran darah pada manusia merupakan materi mata pelajaran biologi tingkat Sekolah Menengah Pertama kelas VIII. Materi ini membahas tentang organ penyusun sistem peredaran darah dan menjelaskan urutan peredaran darah manusia melalui kegiatan simulasi. Menurut data yang didapat dengan menyebarkan kuesioner ke beberapa siswa yang ada di 3 kelas yang berbeda, khususnya kelas VIII yang menyatakan bahwa materi sistem peredaran darah merupakan materi yang sulit untuk dipahami. Selain karena materinya yang cukup banyak, beberapa sumber tidak memberikan gambaran secara utuh mengenai bagaimana darah itu mengalir dari satu organ ke organ tubuh lainnya. Biasanya para guru menyampaikan materi tersebut dengan menggunakan slide presentasi saja, sehingga membuat para siswa kurang mengerti, karena model pembelajaran seperti ini hanya memindahkan materi dari buku pelajaran ke media seperti LCD.

Aplikasi ini merupakan sebuah aplikasi desktop berbasis teknologi *augmented reality*, dimana aplikasi yang dibuat akan menampilkan objek-objek 3D dari organ penyusun peredaran darah dan terdapat juga video untuk memperjelas materi yang ada. Aplikasi yang dibangun menggunakan tools Openspace3D sebagai editor, 3dsMax 2010 untuk membuat objek 3D, Adobe Flash CS3 untuk membuat *interface* aplikasi, serta Movie Maker untuk membuat video dan audio nya. Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox* dan kuesioner.

Kata kunci : Sistem Peredaran Darah Manusia, *Magic Book*, Openspace3D, *Augmented Reality*, Objek 3D.

1. PENDAHULUAN

Sistem peredaran darah pada manusia merupakan materi mata pelajaran biologi tingkat Sekolah Menengah Pertama kelas VIII. Materi ini membahas tentang organ penyusun sistem peredaran darah dan menjelaskan urutan peredaran darah manusia melalui kegiatan simulasi. Menurut data yang didapat dengan menyebarkan kuesioner ke beberapa siswa yang ada di 3 kelas yang berbeda, khususnya kelas VIII yang menyatakan bahwa materi sistem peredaran darah merupakan materi yang sulit untuk dipahami. Selain karena materinya yang cukup banyak, beberapa sumber tidak memberikan gambaran secara utuh mengenai bagaimana darah itu mengalir dari satu organ ke organ tubuh lainnya. Biasanya para guru menyampaikan materi tersebut dengan menggunakan slide presentasi saja, sehingga membuat para siswa kurang mengerti, karena model pembelajaran seperti ini hanya memindahkan materi dari buku pelajaran ke media seperti LCD. Siswa hanya mendengarkan ceramah, sehingga sulit untuk mengingat dan memanggil kembali informasi yang diterima dari guru.

Media pembelajaran yang ada selama ini hanya berbasis pemahaman melalui buku, LKS, serta dengan sedikitnya menggunakan alat bantu peraga. Jika melalui buku, sebagian besar peserta didik hanya mengerti teori saja, sedangkan jika menggunakan alat bantu peraga memiliki keterbatasan dalam jumlah dan fungsinya serta harga yang relatif mahal.

Augmented Reality (*AR*) merupakan inovasi teknologi dalam meningkatkan interaksi antara manusia dan mesin yang secara khusus menyediakan antar muka bagi penggunanya. Diharapkan teknologi ini akan membantu guru dalam proses belajar mengajar dikelas, sehingga proses belajar mengajar menjadi lebih menarik dan ada interaksi siswa terhadap materi. Mengingat dalam kurikulum ajaran yang baru, SMPN 40 Bandung dituntut untuk mengimplementasikan teknologi di sekolah tersebut untuk membantu serta menunjang dalam proses belajar mengajar maupun dalam urusan akademiknya.

1.1 Sistem Peredaran Darah

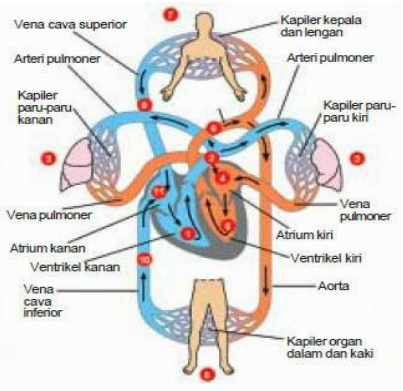
Sistem peredaran darah berfungsi untuk mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh. Zat makanan berguna untuk pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak, dan untuk beraktivitas. Pada manusia, sistem transportasi atau peredaran darah teridiri atas tiga bagian utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

1.1.1. Jantung

Jantung terletak di rongga dada, diselaputi oleh suatu membran pelindung yang disebut perikardium. Dinding jantung terdiri atas jaringan ikat padat yang membentuk suatu kerangka fibrosa dan otot jantung. Serabut otot jantung bercabang-cabang dan beranastomosis secara erat.

a. Struktur dan Cara Kerja Jantung

Jantung manusia dan mamalia lainnya mempunyai empat ruangan, yaitu atrium kiri dan kanan, serta ventrikel kiri dan kanan. Dinding ventrikel lebih tebal daripada dinding atrium, karena ventrikel harus bekerja lebih kuat untuk memompa darah ke organ-organ tubuh yang lainnya. Selain itu, dinding ventrikel kiri lebih tebal daripada ventrikel kanan, karena ventrikel kiri bekerja lebih kuat memompa darah ke seluruh tubuh. Sedangkan, ventrikel kanan hanya memompa darah ke paru-paru. Atrium kiri dan kanan dipisahkan oleh sekat yang disebut septum atriorum. Sedangkan, sekat yang memisahkan ventrikel kiri dan kanan dinamakan septum interventrakularis.



Gambar 1 Struktur dan Cara Kerja Jantung

Darah kotor dari tubuh masuk ke atrium kanan, kemudian melalui katup yang disebut katup trikuspid mengalir ke ventrikel kanan. Nama trikuspid berhubungan dengan adanya tiga daun jaringan yang terdapat pada lubang antara atrium kanan dan ventrikel kanan. Kontraksi ventrikel akan menutup katup trikuspid, tetapi membuka katup pulmoner yang terletak pada lubang masuk arteri pulmoner.

Darah masuk ke dalam arteri pulmoner yang langsung bercabang-cabang menjadi cabang kanan dan kiri yang masing-masing menuju paru-paru kanan dan kiri. Arteri-arteri ini bercabang pula sampai membentuk arteriol.

Arteriol-arteriol memberi darah ke pembuluh kapiler dalam paru-paru. Di sinilah darah melepaskan karbondioksida dan mengambil oksigen. Selanjutnya, darah diangkut oleh pembuluh darah yang disebut venul, yang berfungsi sebagai saluran anak dari vena pulmoner. Empat vena pulmoner (dua dari setiap paru-paru) membawa darah kaya oksigen ke atrium kiri jantung. Hal ini merupakan bagian sistem sirkulasi yang dikenal sebagai sistem pulmoner atau peredaran darah kecil.

Dari atrium kiri, darah mengalir ke ventrikel kiri melalui katup bikuspid. Kontraksi ventrikel akan menutup katup bikuspid dan membuka katup aortik pada lubang masuk ke aorta. Cabang-cabang yang pertama dari aorta terdapat tepat di dekat katup aortik. Dua lubang menuju ke arteri-arteri koroner kanan dan kiri.

Arteri koroner ialah pembuluh darah yang memberi makan sel-sel jantung. Arteri ini menuju arteriol yang memberikan darah ke pembuluh kapiler yang menembus seluruh bagian jantung. Kemudian, darah diangkut oleh venul menuju ke vena koroner yang bermuara ke atrium kanan. Sistem sirkulasi bagian ini disebut sistem koroner. Selain itu, aorta dari ventrikel kiri juga bercabang menjadi arteri yang mengedarkan darah kaya oksigen ke seluruh tubuh (kecuali paru-paru), kemudian darah miskin oksigen diangkut dari jaringan tubuh oleh pembuluh vena ke jantung (atrium kanan). Peredaran darah ini disebut peredaran darah besar.

b. Denyut Jantung dan Tekanan Darah

Otot jantung mempunyai kemampuan untuk berdenyut sendiri secara terus menerus. Suatu sistem integrasi di dalam jantung memulai denyutan dan merangsang ruang-ruang di dalam jantung secara berurutan. Pada mamalia, setiap kontraksi dimulai dari simpul sinoatrium. Simpul sinoatrium atau pemacu terdiri atas serabut purkinje yang terletak antara atrium dan sinus venosus. Impuls menyebar ke seluruh bagian atrium dan ke simpul atrioventrikel. Selanjutnya, impuls akan diteruskan ke otot ventrikel melalui serabut purkinje. Hal ini berlangsung cepat sehingga kontraksi ventrikel mulai pada apeks jantung dan menyebar dengan cepat ke arah pangkal arteri besar yang meninggalkan jantung.

Kecepatan denyut jantung dalam keadaan sehat berbeda-beda, dipengaruhi oleh pekerjaan, makanan, umur dan emosi. Irama dan denyut jantung sesuai

dengan siklus jantung. Jika jumlah denyut ada 70 maka berarti siklus jantung 70 kali semenit. Kecepatan normal denyut nadi pada waktu bayi sekitar 140 kali permenit, denyut jantung ini makin menurun dengan bertambahnya umur, pada orang dewasa jumlah denyut jantung sekitar 60 - 80 per menit.

Pada orang yang beristirahat jantungnya berdetak sekitar 70 kali per menit dan memompa darah 70 ml setiap denyut (volume denyutan adalah 70 ml). Jadi, jumlah darah yang dipompa setiap menit adalah 70 × 70 ml atau sekitar 5 liter. Sewaktu banyak bergerak, seperti olahraga, kecepatan jantung dapat menjadi 150 setiap menit dan volume denyut lebih dari 150 ml. Hal ini, membuat daya pompa jantung 20 - 25 liter per menit.

Darah mengalir, karena kekuatan yang disebabkan oleh kontraksi ventrikel kiri. Sentakan darah yang terjadi pada setiap kontraksi dipindahkan melalui dinding otot yang elastis dari seluruh sistem arteri. Peristiwa ketika jantung mengendur atau sewaktu darah memasuki jantung disebut diastol. Sedangkan, ketika jantung berkontraksi atau pada saat darah meninggalkan jantung disebut sistol. Tekanan darah manusia yang sehat dan normal sekitar 120 atau 80 mm Hg. 120 merupakan tekanan sistol, dan 80 adalah tekanan diastole.

1.1.2. Pembuluh Darah

Pembuluh darah merupakan jalan bagi darah yang mengalir dari jantung menuju ke jaringan tubuh, atau sebaliknya. Pembuluh darah dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu pembuluh nadi, pembuluh vena, dan pembuluh kapiler.

a. Pembuluh Nadi

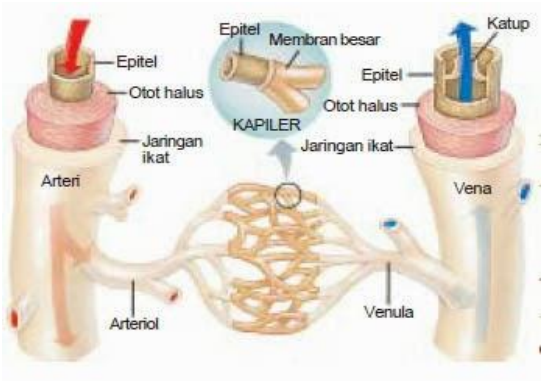
Pembuluh nadi atau pembuluh arteri ialah pembuluh darah yang membawa darah dari jantung menuju kapiler. Arteri vertebrata dilapisi endotel dan mempunyai dinding yang relatif tebal yang mengandung jaringan ikat elastis dan otot polos. Arteri cenderung terletak agak lebih dalam di jaringan badan.

Dinding arteri besar (aorta) yang keluar dari jantung banyak mengandung jaringan ikat. Kekuatan tiap sistol ventrikel mendorong darah ke dalam arteri dan melebarkannya agar dapat menampung darah tersebut. Pada waktu diastol, kelenturan dinding bagian pertama arteri tersebut membantu mendorong darah ke bagian arteri yang menjadi lebar. Elastisitas arteri yang besar itu mengubah arus darah menjadi mantap dan tenang.

Peregangan dan kontraksi arteri yang terjadi bergantian dengan sangat cepat menuju perifer (7,5 m per detik) yang dapat dirasakan sebagai denyut nadi. Setelah arteri mencapai jaringan, arteri akan bercabang-cabang. Pada tiap cabang rongga saluran menjadi makin sempit, tetapi jumlah luas penampang makin besar sehingga kecepatan arus darah berkurang dan tekanannya menurun.

b. Pembuluh Vena

Pembuluh vena atau pembuluh balik ialah pembuluh darah yang membawa darah ke arah jantung. Pembuluh vena terdiri atas tiga lapisan, seperti pembuluh arteri. Dari lapisan dalam ke arah luar adalah endotel, jaringan elastik dan otot polos, serta jaringan ikat fibrosa. Pada sepanjang pembuluh vena, terdapat katup-katup yang mencegah darah kembali ke jaringan tubuh. Pembuluh vena terletak lebih ke permukaan pada jaringan tubuh daripada pembuluh arteri.



Gambar 2 Pembuluh Vena

Perbedaan pembuluh arteri dengan pembuluh vena dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1 Pembuluh arteri dan pembuluh vena

No	Sifat	Arteri	Vena
1	Dinding	Tebal dan elastis	Tipis, kurang elastis
2	Katup	Satu pada pangkal arteri	Banyak, sepanjang vena
3	Letak	Di bagian dalam tubuh	Permukaan tubuh
4	Tekanan	Kuat, jika terpotong darah memancar	Lemah, jika terpotong darah menetes
5	Arah Aliran	Ke luar jantung	Masuk ke jantung

Pada manusia dan mamalia, selain pembuluh darah vena dari jaringan tubuh yang kembali ke jantung, ada pula vena yang sebelum kembali ke jantung singgah dahulu ke suatu alat tubuh, misalnya darah dari usus sebelum ke jantung singgah dulu ke hati. Peredaran darah ini disebut *sistem vena porta*.

c. Pembuluh Kapiler

Pembuluh kapiler ialah pembuluh darah kecil yang mempunyai diameter kira-kira sebesar sel darah merah, yaitu 7,5 µm. Meskipun diameter sebuah kapiler sangat kecil, jumlah kapiler yang timbul dari sebuah arteriol cukup besar sehingga total daerah sayatan melintang yang tersedia untuk aliran darah meningkat. Pada orang dewasa kira-kira ada 90.000 km kapiler.

Dinding kapiler terdiri atas satu lapis sel epitel yang permiabel daripada membran plasma sel. Oksigen, glukosa, asam amino, berbagai ion dan zat lain yang diperlukan secara mudah dapat berdifusi melalui dinding kapiler ke dalam cairan interstitium mengikuti gradien konsentrasinya. Sebaliknya, karbondioksida, limbah nitrogen, dan hasil sampingan metabolisme lain dapat dengan mudah berdifusi ke dalam darah.

1.1.3. Darah

Medium transpor dari sistem sirkulasi adalah darah. Darah tidak hanya mengangkut oksigen dan karbondioksida ke dan dari jaringan-jaringan dan paru-paru. Tetapi juga mengangkut bahan lainnya ke seluruh tubuh. Hal ini meliputi molekul-molekul makanan (seperti gula, asam amino) limbah metabolisme (seperti urea), ion-ion dari macam-macam garam (seperti Na+, Ca++,Cl–, HCO3–), dan hormon-hormon. Darah juga berfungsi mengedarkan panas dalam tubuh. Selain itu, darah memainkan peranan aktif dalam memerangi bibit penyakit. Darah yang terdapat di dalam tubuh kira-kira 8% bobot tubuh. Jadi, seorang laki-laki dengan bobot badan 70 kg mempunyai volume darah kira-kira 5,4 liter.

Darah manusia terdiri atas dua komponen, yaitu sel-sel darah yang berbentuk padatan dan plasma darah yang berbentuk cairan. Jika darah disentrifugasi, maka darah akan terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian paling bawah adalah sel-sel darah merah, lapisan di atasnya adalah lapisan berwarna kuning yang berisi sel-sel darah putih. Sedangkan, lapisan paling atas adalah plasma darah [1].

1.2 *Augmented Reality*

Augmented reality (AR) atau dalam bahasa Indonesia disebut realitas tertambah adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Benda-benda maya berfungsi menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh manusia secara langsung. Hal ini membuat realitas tertambah berguna sebagai alat untuk membantu persepsi dan interaksi penggunanya dengan dunia nyata. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata.

Menurut definisi Ronald Azuma (1997), ada tiga prinsip dari *augmented reality*. Yang pertama yaitu *augmented reality* merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual, yang kedua berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (*realtime*), dan yang ketiga terdapat integrasi antarbenda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata [3].

Dalam perkembangannya saat ini *augmented reality* tidak hanya bersifat visual saja, tapi sudah dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur, *augmented reality* juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada telepon genggam.

Ada banyak definisi dari *augmented reality* tetapi asumsi umum adalah bahwa augmented reality memungkinkan perspektif yang diperkaya dengan melapiskan objek virtual pada dunia nyata dengan cara yang mengajak penonton bahwa objek virtual adalah bagian dari lingkungan nyata. Oleh karena itu *augmented reality* adalah perpaduan antara dunia nyata dan dunia virtual, sebagaimana diilustrasikan oleh diagram terkenal *Reality-Virtuality Continuum*. Beberapa definisi *augmented reality* bersikeras objek virtual adalah jenis model 3D, tapi kebanyakan orang menerima definisi sederhana dimana dunia virtual terdiri dari objek 2D seperti teks, ikon, dan gambar. Ada ketidakjelasan dalam definisi lebih lanjut dimana konten multimedia (video atau audio) dan kemampuan pencarian visual dipromosikan sebagai aplikasi *augmented reality*.

Dalam pembuatan AR menggunakan webcam sebagai perangkat untuk menangkap citra. Sebelum citra diubah ke dalam bentuk digital maka proses manipulasi citra digital tidak bisa dilakukan. Citra digital (f(x,y)) mempunyai dua unsur. Unsur yang pertama merupakan kekuatan sumber cahaya yang melingkupi pandangan kita terhadap objek (illumination). Unsur yang kedua merupakan besarnya cahaya yang direfleksikan olah objek ke dalam pandangan mata kita atau disebut juga *reflectance components*. Kedua unsur tersebut dituliskan sebagai fungsi i(x,y) dan r(x,y) [2].

1.3 OpenSpace 3D

Openspace3D adalah sebuah *editor* atau *scene manager open source*. Openspace3D dapat membuat aplikasi game/simulasi 3D secara mudah tanpa terlibat secara langsung dengan programming. Openspace3D bersifat sebagai sebuah *scene*

manager dan *editor* dalam pengaturan *scene*. *User* hanya perlu memasukan *resource* yang dibutuhkan seperti grafik 3D dalam bentuk *mesh* ogre, material, *texture* dan multimedia lainnya mencakup audio dan video. Untuk menghindari pemrograman yang sulit, OpenSpace3D menyediakan sebuah hubungan relasional antar objek yang terdiri dari plugin yang cukup lengkap dalam membuat suatu aplikasi 3D baik simulasi, *augmented reality* atau *game* dan masih banyak lagi fitur yang di sediakan oleh aplikasi Openspace3D ini [2].

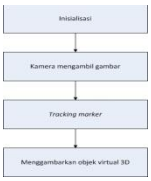
Aplikasi OpenSpace3D ini berbasiskan bahasa pemrograman SCOL, yang merupakan bahasa pemrograman yang berasal dari Perancis dan baru-baru ini dikembangkan. OpenSpace3D menggunakan *graphic engine* OGRE 3D yang mempunyai komunitas cukup banyak tapi tidak di Indonesia. Kelemahan OpenSpace3D adalah *output*-nya yang tidak kompatibel, untuk menjalankan aplikasi, diharuskan menginstal SCOLVOY@GER, yaitu sebuah *runtime* dari SCOL [11]. Ada alasan mengapa harus menginstal Scol, karena sebenarnya Openspace3D ditujukan untuk browser, jadi aplikasi atau simulasi yang dibuat bisa ditampilkan dalam suatu website pribadi, meskipun demikian pada versi terbaru dari OpenSpace3D telah menyediakan fasilitas untuk membuat file eksekusi sehingga menjadi sebuah aplikasi *stand alone* untuk Windows. Kelebihan lainnya dari OpenSpace3D adalah kompatibilitas dengan file multimedia lainnya seperti Video Youtube, Chatting, Mp3, Wav, SWF dan lain-lain. OpenSpace3D juga mendukung *input controller* dari joypad, keyboard, mouse, Wii Nintendo joystick, dan juga *voice controller* [7].

2. ISI PENELITIAN

Pada pembuatan aplikasi ini *webcam* berperan penting bagi perangkat lunak untuk menangkap *marker*. Komputer akan mendeteksi pola *marker* yang sesuai kemudian *marker* dapat ditentukan. Dengan informasi yang didapat, objek virtual digabungkan dengan *marker* yang didapat dari *webcam* dan merendernya sesuai dengan informasi posisi yang diperoleh dari *marker detector* tersebut. Proses tersebut terjadi secara *real-time* sehingga model virtual yang tampil di media *display* akan mengikuti pergerakan *marker*. Berikut merupakan gambaran arsitektur aplikasi yang akan dibuat.

2.1 Analisis Perancangan Aplikasi

Sub bab ditulis dengan font times new roman ukuran 10. Gmabar dan tabel dapat dimasukkan dibagin ini dengan format seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 *Diagram* alir *system augmented reality*

Keterangan:

a. Inisialisasi
   Pada tahap ini aplikasi akan mendeteksi ketersediaan kamera pada perangkat keras user.
b. Kamera mengambil gambar
   Pada tahapan ini, kamera akan menangkap langsung gambar dari dunia nyata.
c. *Tracking marker*
   Tahapan ini sistem memerlukan intensitas gambar (*greyscale image*) sehingga sistem akan mengkonversi gambar menjadi *greyscale* kemudian mencari beberapa bentuk persegi setelah bentuk persegi ditemukan sistem akan mendeteksi wilayah didalam persegi (*Pattern Recognition*) dan kemudian dibandingkan kecocokan *marker* dengan pattern di dalam *database*.
d. Menggambarkan objek virtual 3D
   Dengan menggunakan kamera dan *marker* objek virtual dapat muncul diatas gambar *marker* seperti berada di dunia nyata.

2.2 Analisis Marker

Marker merupakan bagian yang sangat penting. Perancangan *marker* tidak boleh dilakukan sembarangan, ada aturan yang harus dipenuhi dalam merancang sebuah *marker*.

Marker yang disediakan pada *software* OpenSpace3D 1.1.0 berjumlah 1024 totalnya dimulai dari *marker* nomor 0 hingga *marker* nomor 1023, dari marker-marker yang telah digunakan pada perancangan aplikasi yaitu *Marker id* dengan nomor 0, 1, 2, 3, dan 5, marker-marker tersebut dapat disimpan sebagai file gambar dengan ekstensi .bmp atau .jpg, cara penyimpanannya adalah dengan membuka (*double* klik) satu per satu PlugIT AR *marker* tersebut, lalu tekan tombol *Save* yang berada disebelah gambar *marke*r setelah itu letakkan semua file gambar di dalam satu *folder* untuk mempermudah pencarian file-file tersebut.

2.3 *Multi Marker*

Multi marker merupakan teknik *marker based tracking* yang menggunakan dua marker atau lebih untuk memanipulasi satu objek. Hal ini merupakan salah satu cara interaksi untuk memanipulasi objek virtual yang seakan berada di dunia nyata.

Pada sistem *multi marker* akan diimplementasikan teknik untuk mengurangi jumlah posisi *error* yang terjadi dengan cara merelasikan objek 3D dengan banyak marker. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan suatu *reference point* dari beberapa *marker* yang terdeteksi. Teknik ini dapat mengurangi nilai *error* posisi sistem jika sebagian *marker* tidak terdeteksi atau proses *tracking*-nya tidak stabil.
Pada tahap ini, akan dicari model *multi marker* dengan pengaturan *parameter* berupa:

a. Jumlah *marker*
b. Ukuran *marker*
c. Jarak antar *marker*

Pada implementasinya multi marker memiliki dua tipe yaitu statik dan dinamis. Statik marker digunakan untuk objek tracking kamera dan dinamik marker lainnya digunakan untuk memanipulasi objek.

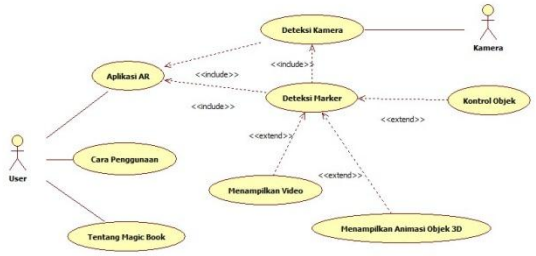
2.4 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional ini dimodelkan dengan menggunakan UML (*Unified Modeling Language*). Dimana tahap-tahap perancangan yang dilakukan dalam membangun aplikasi multimedia presentasi pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk sistem peredaran darah antara lain *Use Case Diagram, Class Diagram, Sequence Diagram*, dan *Activity Diagram*.

a. Use Case Diagram

Diagram Use Case merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behaviour*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat [10].

Berikut ini adalah perancangan proses-proses yang terdapat pada aplikasi multimedia presentasi pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk sistem peredaran darah, yang digambarkan dengan Use Case Diagram yang dapat dilihat berikut ini:

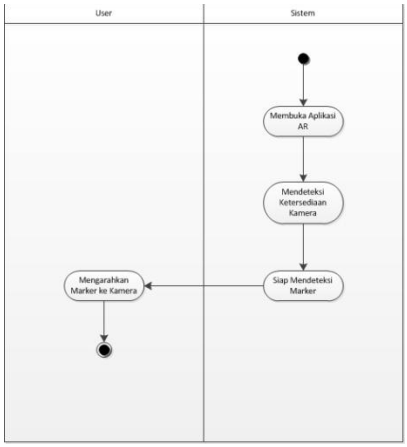


Gambar 4 *Use Case Diagram*

b. Activity Diagram

Diagram aktivitas atau *Activity Diagram* menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis [8].

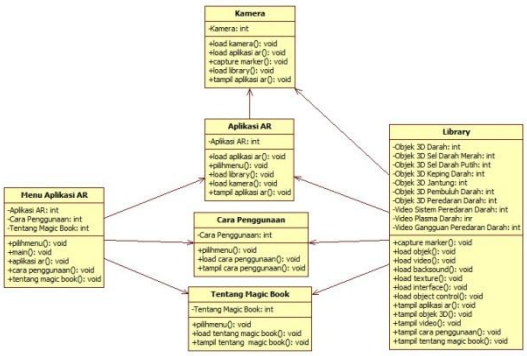
Penggambaran *activity* diagram memiliki kemiripan dengan *flowchart diagram. Activity diagram* memodelkan *event-event* yang terjadi pada *Use Case* dan digunakan untuk pemodelan aspek dinamis dari sistem.



Gambar 5 *Activity Diagram* Aplikasi AR

c. Class Diagram

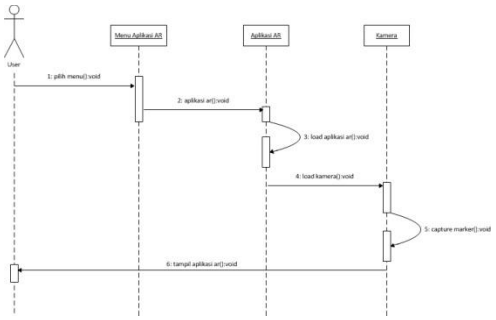
Diagram kelas atau *class diagram* menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang dibuat untuk membangun sistem [10]. Berikut ini adalah perancangan struktur sistem yang terdapat pada aplikasi AR sistem peredaran darah manusia yang digambarkan dengan *Class Diagram* yang dapat dilihat pada halaman berikutnya.



Gambar 6 *Class Diagram* Aplikasi AR Sistem Peredaran Darah

d. Sequence Diagram

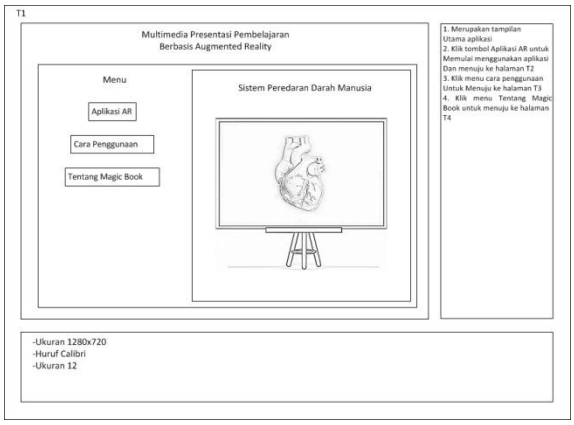
Diagram *sequence* atau *Sequence Diagram* menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek [8].



Gambar 7 *Sequence Diagram* Aplikasi AR

2.5 Perancangan Antarmuka

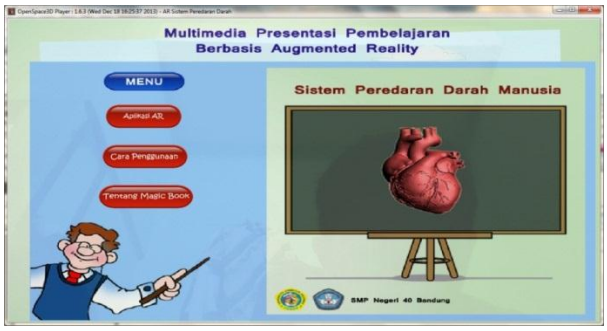
Desain yang dibuat berupa aplikasi berbasis desktop yang mudah untuk digunakan oleh pengguna, serta informasi yang dihasilkan aplikasi tersebut dapat dimengerti oleh pengguna. Perancangan antarmuka bertujuan untuk memberikan gambaran aplikasi yang dibuat. Objek tiga dimensi merupakan objek yang akan ditampilkan pada *marker* yang dapat dilihat oleh pengguna dengan bantuan *webcam*.



Gambar 8 Antar Muka Aplikasi AR Sistem Peredaran Darah

2.6 Implementasi Antarmuka

Pada tahap ini dilakukan penerapan hasil perancangan antarmuka ke dalam aplikasi yang dibangun dengan menggunakan perangkat lunak yang telah dipaparkan pada sub bab implementasi perangkat lunak, yang tercantum pada gambar di bawah ini dan untuk antarmuka selanjutnya dapat dilihat pada :



Gambar 9 Tampilan Antarmuka Menu Utama

3. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, perancangan sistem dan implementasi serta pengujian, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Sesuai dengan hasil latihan dari materi sistem peredaran darah manusia, aplikasi pembelajaran ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sistem peredaran darah pada manusia dilihat dari rata-rata nilai yang ada pada saat pengujian beta.
2. Aplikasi pembelajaran ini bisa menjadi alternatif media pembelajaran guru dalam menyampaikan materi sistem peredaran darah manusia kepada siswa.
3. Aplikasi ini dapat memudahkan dalam proses belajar mengajar dengan diimplementasikannya teknologi *augmented reality*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B.Ac, Drs. H. Syaifuddin, (1997), Anatomi Fisiologi Untuk Siswa Perawat (Cetakan 1), Kedokteran EGC, Jakarta.

[2] Azuma, Ronald T. (1997), A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 355-385.

[3] Prof. Dr. Sugiyono. (2013), Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Cetakan ke-18), Alfabeta, Bandung.

[4] Pranowo, Galih (2010), 3D Studio Max 2010 Dsara dan Aplikasi, Andi, Yogyakarta.

[5] www.openspace3d.com diakses pada tanggal 1 Februari 2014.

[6] http://www.scolring.org/ diakses pada tanggal 1 Februari 2014.

[7] Prihantono, Dhika, (2013), Aplikasi 3D Interaktif Tata Surya Berbasis *Augmented Reality*, Buku AR Online, Solo.

[8] Rekayasa Perangkat Lunak OOAD dengan UML(2). Modul Perkuliahan Rekayasa Perangkat Lunak Teknik Informatika. Universitas Komputer Indonesia, Bandung.