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

PEMBANGUNAN APLIKASI *AUGMENTED REALITY* SISTEM EKSRESI PADA MANUSIA DENGAN MENGGUNAKAN *LEAP MOTION*

Destian Tidar

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

ABSTRAK

Sistem ekresi pada manusia merupakan materi mata pelajaran biologi tingkat Sekolah Menengah Atas kelas XI. Materi ini membahas tentang organ penyusun sistem ekrsi, proses eksresi tiap organ dan penyakit – penyakit pada organ tubuh manusia. Menurut data yang didapat dengan wawancara kepada salah satu guru biologi di SMAN 1 Cicalengka ibu Tina Tatiana, saat ini kurikulum yang berjalan di SMAN 1 Cicalengka adalah kurikulum 2013 dimana dalam kurikulum 2013 ini memakai model pembelajaran *Project Based Learning* dimana pola pembelajaran dengan pendekatan saintifik (*scientific approach*) ,dimana guru ditekankan untuk menyediakan materi berbasis IT serta guru hanya sebagai fasilitator agar dapat di amati oleh siswa, sedangkan kegiatan belajar mengajar yang saat ini berjalan yaitu para guru menyampaikan materi tersebut dengan menggunakan slide presentasi, sedangkan ketersediaan alat peraga (torso) yang ada memiliki keterbatasan jumlah dan fungsinya.

Aplikasi ini merupakan sebuah aplikasi *desktop* berbasis teknologi *augmented reality* menggunakan *Leap Motion*, dimana aplikasi yang dibuat akan menampilkan objek-objek 3D dari organ penyusun sistem ekresi serta kelainan – kelainan pada organ sistem ekresi dan terdapat juga video untuk memperjelas materi yang ada. Untuk menambah interaksi aplikasi *Augmented Reality* ini digunakan sebuah alat *Leap motion.* Penggunaan *gesture* yang digunakan pada aplikasi ini diantaranya adalah *gesture Key tap, grab, circle* dan *swipe*. 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*, wawancara dan kuesioner.

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa aplikasi multimedia presentasi pembelajaran berbasis *augmented reality* menggunakan alat *Leap Motion* untuk sistem ekresi pada manusia yang dibangun sudah cukup membantu guru dalam menyampaikan materi sistem ekresi serta dapat menjadi pengembangan teknologi *Augmented Reality* yang lebih interaktif menggunakan *Leap Motion*. Guru juga merasa aplikasi pembelajaran ini sangat menarik untuk digunakan dengan adanya teknologi *augmented reality* dan Teknologi *Leap Motion* yang menurut mereka termasuk kategori teknologi yang baru mereka kenal.

Kata kunci : Sistem Ekresi Manusia, *Leap Motion*, *Augmented Reality*, *Handtracking*, *gesture Leap Motion*

1. PENDAHULUAN

Sistem ekresi pada manusia merupakan materi mata pelajaran biologi tingkat Sekolah Menengah Atas kelas XI. Materi ini membahas tentang organ penyusun sistem ekresi, proses eksresi tiap organ dan penyakit – penyakit pada organ tubuh manusia. Menurut data yang didapat dengan wawancara kepada salah satu guru biologi di SMAN 1 Cicalengka Ibu Tina Tatiana, saat ini kurikulum yang berjalan di SMAN 1 Cicalengka adalah kurikulum 2013 dalam kurikulum 2013 ini memakai model pembelajaran *Project Based Learning* dimana pola pembelajaran dengan pendekatan saintifik (*scientific approach*) yaitu pembelajaran yang terdiri atas kegiatan mengamati, merumuskan pertanyaan, dan mencoba atau mengumpulkan data dan menarik kesimpulan, untuk menunjang hal tersebut perlu adanya media pembelajaran yang interaktif untuk menarik siswa terhadap materi, tetapi ketersediaan alat peraga (torso) yang ada memiliki keterbatasan jumlah dan fungsinya, serta dalam model pembelajaran ini juga guru ditekankan untuk menyediakan materi berbasis IT namun untuk menyediakan bahan ajaran berbasis IT ini guru kadang kesulitan untuk menyediakan bahan ajar, guru hanya menyampaikan materi tersebut dengan menggunakan slide presentasi saja sehingga para murid kurang aktif dalam kegiatan belajar mengajar.

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, SMAN 1 Cicalengka dituntut untuk mengimplementasikan teknologi di sekolah tersebut untuk membantu serta menunjang dalam proses belajar mengajar maupun dalam urusan akademiknya.

Leap Motion (Hand Motion tracking) merupakan istilah untuk perekaman gerakan tangan yang digunakan menjadi model digital dan merupakan perangkat tambahan yang dapat dihubungkan ke komputer dan kemudian dapat digunakan untuk menggantikan fungsi mouse maupun keyboard. Fungsi dari alat yang bernama *Leap Motion* ini, dapat membantu penggunanya mengendalikan atau menggantikan tugas mouse maupun keyboard pada komputer hanya dengan gerakan tangan dan jari. Alat *Leap Motion* dalam pelacakan telapak tangan di dalam sistem *augmented reality*. Studi kasus yang digunakan adalah mengimplementasikan sistem *Augmented Reality* sistem ekresi pada manusia secara real time Menggunakan Alat *Leap Motion* sebagai interksi pengguna agar lebih interaktif.

1.1 *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].

1.2 *Motion Tracking*

Motion Tracking Adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan perekaman gerakan dan pengertian gerakan tersebut menjadi model digital. Motion tracking disimulasi sebagai alat analisis photogrammetric dalam penelitian biomechanics pada tahun 1970-an dan 1980-an, serta meluas ke ranah edukasi, latihan, olahraga, dan baru saja ke ranah animasi komputer untuk televisi, sinema, dan video games. Istilah *Hand Motion Tracking* merupakan salah satu istilah untuk salah satu implementasi teknik *tracking and motion*, dimana proses tracking dilakukan pada objek tangan manusia, *Hand tracking* dapat di implementasikan dalam banyak hal dan bidang, seperti dapat digunakan untuk mengenal bahasa isyarat, dan dapat dipakai menjadi teknik interaksi antara manusia dan komputer berbasis visi dan lain sebagainya. Tangan manusia adalah sebuah struktur mekanik kompleks yang terdiri atas beberapa segmen tulang, ligame-ligamen yang menghubungkan antar segmen tulang secara leluasa, otot-otot yang berperan sebagai motor gerak, tendon yang berperan untuk menghubungkan otot dengan tulang, dan kulit serta saraf-saraf halus yang menyelubungi otot dan tulang.

Tulang-tulang saling terhubung pada pesendian dan tidak berubah ukurannya. Otot-otot menghasilkan tenaga penggerak dan menggerakkan sendi-sendi. Berdasarkan tipe gerakan dan rotasi yang mungkin dilakukan, sendi-sendi pada tangan manusia dapat diklasifikasikan sebagai flexion, twist, directive, atau spherical. Contoh sendi bertipe flexion dengan 1 DOF adalah lutut dan siku, sedangkan contoh sendi bertipe twist dengan 1 DOF adalah sendi pronation dari lengan bawah. Gerakan direktif dari sendi dengan 2 DOF menghasilkan gerakan flexion dengan arah lebih dari 2. Sendi spherical, sebagaimana pada sendi bahu, memiliki 3 DOF dan dapat melakukan gerakan directive dan twist secara simultan [4].

1.3 *Gesture Understanding*

Interaksi dan komunikasi Manusia dengan mesin melalui penggunaan gesture dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kenyamanan dalam proses interaksi antara manusia dengan mesin, terlebih lagi bila model interaksi yang disajikan berbasis ruang 3 dimensi. Gesture understanding untuk model gerakan tangan dapat dikelompokkan menjadi 2 definisi umum, yang pertama gerakan gesture (tangan) sebagai representasi pergerakan tokoh dalam permainan, kedua adalah gesture sebagai pengontrol dan pengguna terhadap sebuah aplikasi / sistem. Sebagai contohnya ketika seseorang ingin memulai sebuah sistem atau aplikasi dengan menggunakan mouse atau keyborad, proses ini dapat digantikan dalam gerakan gesture yang memberikan arti yang sama, salah satu contohnya adalah penggunaan Tapgesture, swipe gesture dan lain sebagainya. sehingga hal ini tergantung pada definisi yang diterapkan pada sebuah sistem. Model Interaksi gesture dapat dibagi menjadi dua kelompok, yakni :

a) Model interaksi gesture berdasarkan pola bentuk gesture, dimana sistem bekerja dengan menangkap gambar dan mengenali gesture dari identifikasi bentuk, salah satu contohnya pada gesture berdasarkan pola tangan dimana pendeteksian gerakan tangan dengan pola tangan yang ditangkap oleh leap motion controller sesuai dengan pola gerakan tangan pengguna.

Pola gerakan gesture, dimana sebuah gesture ditangkap dengan membaca sinyal yang dibangkitkan dari sensor yang telah terpasang, salah satu contohnya dideskripsikan pada gesture berdasarkan gerakan dimana gerakan tangan pengguna dibaca berdasarkan arah dan pola gerakannya.

1.4 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].

1.5 *Leap Motion*

Leap Motion Controller adalah alat sensor perangkat keras komputer yang mendukung gerakan tangan dan jari sebagai masukan, yang dapat disamakan fungsinya seperti mouse, namun tidak membutuhkan kontak langsung dengan tangan atau sentuhan. Leap Motion Controller terkadang juga disingkat menjadi Leap Motion. Namun, pengertian Leap Motion dapat juga berarti perusahaan Leap Motion yang mengeluarkan Leap Motion Controller. Maka dari itu alat yang berupa sensor gerak tangan ini seterusnya akan disebut dengan Leap Motion Controller. Leap Motion Controller merupakan sebuah alat yang menarik. Dikarenakan bentuknya yang kecil, alat ini dapat dengan mudah diletakkan di permukaan meja maupun laptop atau keyboard. Selain diletakkan di atas meja dengan menghadap ke atas (table-mounted), alat ini juga bisa diletakkan di atas kepala (headmounted) menghadap depan maupun bawah dengan bantuan alat tertentu seperti Oculus Rift. Meskipun diletakkan di berbagai sisi dan dan menghadap ke berbagai arah, Leap Motion

Controller dalam keadaan tetapnya akan menghasilkan posisi tangan yang sejajar dengan tubuh pengguna pada tampilan antarmuka.

1.5.1 Fitur – fitur *Leap Motion*

Awalnya, Leap Motion Controller hanya dapat mengamati gerakan dan citra tangan secara menyeluruh, tanpa memperhatikan bagian-bagian tangan secara detail. Setelah beberapa perkembangan, Leap Motion Controller akhirnya mampu mengamati hal-hal yang lebih detail pada bagian tangan seperti ruas tangan, kiri atau kanan, skala genggaman tangan, dan sebagainya. Perkembangan ini disebut dengan Skeletal Tracking atau disebut juga dengan V2.

Adapun fitur-fitur yang terdapat pada Leap Motion Controller dengan Skeletal Tracking yang dimilikinya berdasarkan Leap Motion (2015) antara lain sebagai berikut :

1. *Hand Model*: model tangan yang digunakan setelah dikembangkannya V2 memberikan informasi yang lebih lengkap. Posisi ruas jari berserta perputaran engselnya lebih dapat diakses dan konsisten.
2. *Data Confidence*: fitur ini mendeteksi ketika tangan sulit untuk diamati oleh Leap Motion Controller. Jika salah satu tangan mendekati pinggiran layar atau saling menutup satu sama lain, nilai fitur ini akan turun dari satu hingga nol.
3. *Left or Right*: pengamatan menandai tangan yang terdapat pada layar apakah kiri atau kanan.
4. *Finger Type*: pengamatan mendukung tangan dengan komposisi lima jari yang dapat diambil nilai posisi dan rotasinya masing-masing.
5. *Bone Positions*: fitur ini mengembalikan nilai posisi dan rotasi dari masing-masing tulang yang terdapat pada telapak jangan dan jari.

2. ISI PENELITIAN

Aplikasi yang dibuat merupakan program untuk mendeteksi sebuah *marker* sekaligus menampilkan objek tiga dimensi. Objek yang dibuat merupakan organ-organ yang berhubungan dengan sistem eksresi pada manusia, supaya pengguna dapat berinteraksi langsung dengan objek virtual dalam dunia nyata yang disajikan dengan *Leap Motion* untuk mengontrolnya sebagai media interaksinya.

2.1 Analisis Perancangan Aplikasi

Sistem yang akan dibangun merupakan sistem *augmented reality* dengan menggunakan *Leap Motion*, bagaimana proses perancangan aplikasi dari awal inisialisasi, mengambil gambar,mengambil gerakan tangan sampai dengan proses *rendering* objek 3D dan mengontrolnya.



Gambar 3 *Diagram* alir

Keterangan:

1. Inisialisasi
   Tahapan ini meruapakan dimana perangkat keras akan mendeteksi ketersediaan *device* yang diperlukan (*Leap Motion*) dan kamera.
2. Leap Motion mengambil gerakan tangan
   Pada tahapan ini, *leap motion* akan mendeteksi gerakan-gerakan yang lewat pada area tracking.
3. *Tracking* Tangan
   Sesudah *leap motion* menangkap gerakan-gerakan yang melewati area tracking nya, maka tahapan berikutnya yaitu *leap motion* akan mentracking atau mengenali tangan kanan dan tangan kiri untuk mendefinisikan *gesture* yang diberikan/diperintahan oleh *user*.
4. Kamera mengambil gambar
   Pada tahapan ini, kamera akan menangkap langsung gambar dari dunia nyata.
5. *Tracking marker*
   Tahapan ini sistem melakukan tracking terhadap *marke* yang digunakan kemudian dicocokan dengan *marker* yang ada di dalam *database*.
6. Menampilkan dan mengontrol objek 3D
   Setelah marker terdeteksi objek 3D akan dimuculkan dan dapat

dikontrol oleh tangan menggunakan *Leap Motion*

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.

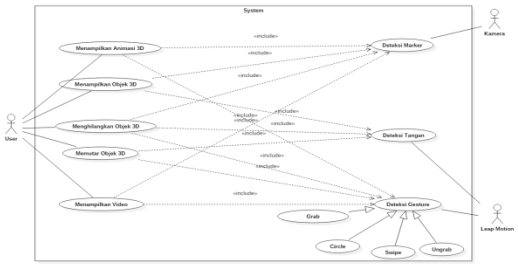
2.4 Analisis Kebutuhan Fungsional

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].

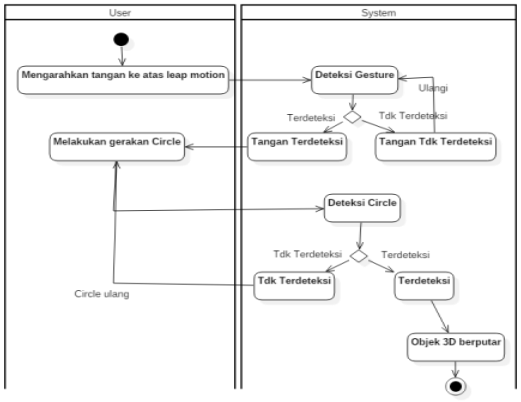
Berikut ini adalah perancangan proses-proses yang terdapat pada aplikasi multimedia presentasi pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk sistem eksresi manusia dengan menggunaka *Leap Motion*, yang digambarkan dengan Use Case Diagram yang dapat dilihat berikut ini:



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.

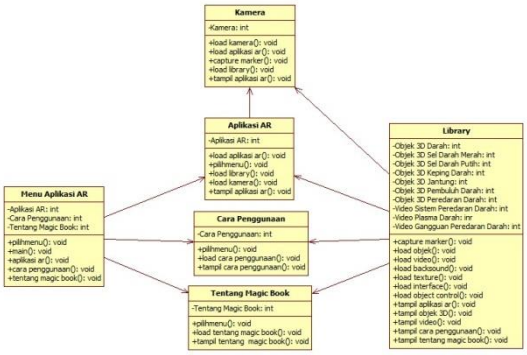


Gambar 5 *Activity Diagram* Aplikasi AR

c. Class Diagram

Diagram kelas atau *class diagram* menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang dibuat untuk membangun sistem [10]. Berikut

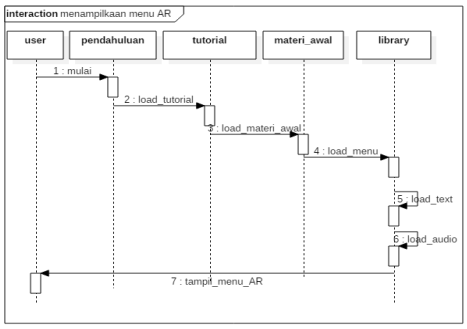
ini adalah perancangan struktur sistem yang terdapat pada aplikasi AR sistem eksresi pada manusia yang digambarkan dengan *Class Diagram* yang dapat dilihat pada halaman berikutnya.



Gambar 6 *Class Diagram* Aplikasi AR Sistem Eksresi

d. Sequence Diagram

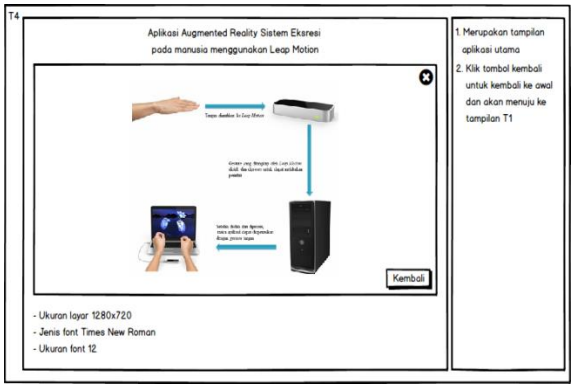
Diagram *sequence* atau *Sequence Diagram* menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan *message* yang dikirimkan dan diterima antar objek [8].



Gambar 7 *Sequence Diagram* Aplikasi AR

2.5 Perancangan Antarmuka

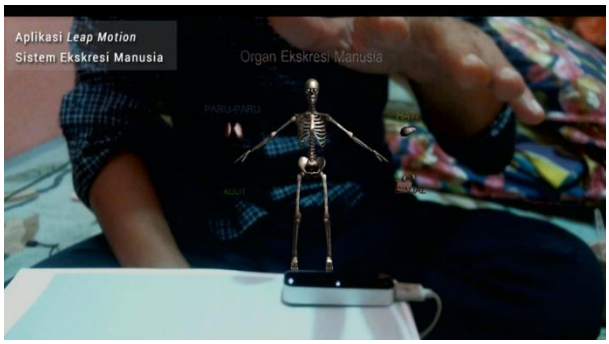
Desain yang dibuat berupa aplikasi berbasis desktop yang mudah untuk digunakan oleh pengguna, serta informasi yang dihasilkan aplikasi tersebut dapat dimengerti oleh pengguna. Perancangan antarmuka bertujuan untuk memberikan gambaran aplikasi yang dibuat. Objek tiga dimensi merupakan objek yang akan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



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 wawancara dan kuisoner dari Aplikasi *Augmented Reality* materi sistem ekresi pada manusia ini, aplikasi ini dapat membatu guru dalam kegiatan belajar mengajar.
2. Dalam aplikasi ini teknologi *Augmented Reality* dapat di implementasikan pada materi pembelajaran Sistem ekresi pada manusia.
3. Dalam aplikasi ini teknologi *Augmented Reality* dan teknologi *Leap Motion* digabungkan untuk dan di implementasikan pada materi sistem ekresi manusia.

DAFTAR PUSTAKA

[1] [1] Ronald T Azuma, "*A Survey of Augmented Reality*," 1997.
[2] Irnaningtyas. 2014. Biologi. Jakarta; Penerbit Erlangga
[3] Ahmad, Usman. (2005), Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrograman. Graha Ilmu. Yogyakarta.
[4] Rusmono Yulianto, Pemanfaatan Leap Motion (*Hand Motion Tracking*) sebagai Pengganti Mouse dan Keyboard
[5] Madden, Lester. (2011), *Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones*.
[6] Kania Mira, Rekayasa Perangkat Lunak OOAD dengan UML(2). Modul Perkuliahan Rekayasa Perangkat Lunak Teknik Informatika. Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
[7] Programming for junaio, Layar, and Wikitude, Wiley Publishing,Inc, United Kingdom.
[8] Sugiyono. (2013), Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Cetakan ke-18), Alfabeta, Bandung.
[9] Hidayatullah, Priyanto, M. Amarullah Akbar, Zaky Rahim, (2011), Animasi Pendidikan Menggunakan Flash, Informatika, Bandung
[10] Pranowo, Galih (2010), 3D Studio Max 2010 Dsara dan Aplikasi, Andi, Yogyakarta
[11] www.openspace3d.com diakses pada tanggal 1 Desember 2015.
[12] www.leapmotion.com diakses tanggal 26 Desember 2015.
[13] www.scolring.org diakses tanggal 30 Desember 2015.