

Implementasi *Augmented Reality* Pada Sistem Sirkulasi Darah Manusia

Mario O. Tambayong, Arie S. Lumenta, Brave A. Sugiarto
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,

Email: riyotambayong@gmail.com, al@unsrat.ac.id, bravesugiarto@yahoo.com

Abstract – Nowadays the use of multimedia is increasing so rapidly, and it makes multimedia as a part of daily life needs. In the healthcare, there is a developing technology that helps society to understand the human circulatory system. The science resources of healthcare is still intricate, because it's still in the form of books or reading material. Augmented reality (AR) technology is a technology that makes the virtual world can be displayed in a real-world environment. By using this technology, author has combined 3-dimensional (3D) animations which have audiovisual to help educating society about human circulatory system. This research results an implementation of augmented reality in the human circulatory system, and can be displayed through a gadget or a mobile device as the media to facilitate people to learn it. Augmented reality (AR) renders an attractive and an understandable display. According to the tests that were conducted, it was found that distance was very influential to display the video result. Internet connection and support of light are also very influential to display the result of augmented reality.

Keywords : 3D Animation, Augmented Reality, Blender, Human Blood Circulation.

Abstrak - Sekarang ini penggunaan multimedia yang meningkat begitu pesat, menjadikan multimedia sebagai suatu kebutuhan sehari-hari. Di bidang kesehatan juga berkembang teknologi untuk menunjang masyarakat dalam hal sirkulasi darah manusia. Sumber - sumber pengetahuan tentang kesehatan masih sulit dipahami karena pada umumnya berbentuk buku atau bahan bacaan. Teknologi *augmented reality* atau realitas tertambah merupakan sebuah teknologi dimana dunia virtual ditampilkan ke lingkungan dunia nyata. Dengan adanya teknologi ini penulis menggabungkan animasi berbasis tiga dimensi yang juga memiliki *audio visual* sebagai media untuk membantu pembelajaran tentang tubuh manusia. Penelitian ini menghasilkan sebuah implementasi *augmented reality* pada sistem peredaran darah manusia, dan ditampilkan melalui *gadget* atau perangkat *seluler* sebagai media untuk mempermudah

semua orang dalam mempelajarinya. *Augmented reality* ini memberikan tampilan yang menarik dan mudah dipahami. Dari pengujian yang dilakukan didapati bahwa faktor jarak sangat berpengaruh dalam menampilkan hasil videonya. Koneksi internet dan cahaya juga sangat berpengaruh untuk menampilkan hasil *augmented reality* ini.

Kata Kunci : Animasi 3D, *Augmented Reality*, Blender, Peredaran Darah Manusia.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang ini secara tidak langsung memberikan imbas kepada masyarakat di Indonesia khususnya dalam perkembangan teknologi multimedia. *Augmented Reality* adalah suatu teknologi baru yang kreatif dan dimanfaatkan untuk memperkenalkan suatu produk dari perusahaan atau juga sebagai media untuk pelajaran. *Augmented Reality* merupakan perpaduan antara dunia nyata dengan dunia virtual. dalam penerapannya dibidang pendidikan misalnya dalam bidang kesehatan, kita bisa melihat bagaimana bentuk organ dalam tubuh kita seakan bisa dipegang, begitu juga dalam bidang perindustrian kita bisa memperkenalkan bentuk suatu mobil keluaran terbaru misalnya. Penggunaannya yang mudah membuat semua kalangan masyarakat nyaman menggunakannya, diakses melalui ponsel atau komputer dengan koneksi *internet*.

Dalam proses pembuatan suatu Realitas Tertambah (*Augmented Reality*) ini umumnya berbicara tentang suatu objek tiga dimensi dan proses pembuatnya dilakukan melalui *software* pendukung tiga dimensi ada juga yang berbentuk dua dimensi yang berupa gambar, dalam pembuatan objek tiga dimensi untuk *augmented reality* dilakukan dengan proses pemodelan, pemilihan *material* dan *rendering* setelah itu diterapkan kedalam *augmented reality* sebagai hasil akhir, karena *augmented reality* bersifat sebuah multimedia untuk persentasi.

Di Indonesia belakangan ini sering muncul berbagai macam penyakit yang mengganggu kesehatan

semua masyarakat serta masih minimnya kepekaan masyarakat akan dampak yang dialaminya, dengan *Augmented Reality* ini selain untuk dipergunakan *marketing* dan media hiburan di harapkan juga menjadi media untuk pembelajaran kesehatan yang dapat membantu menunjukkan bagian-bagian penting tubuh manusia yang harus di jaga dan mencegah dari berbagai penyakit. Oleh karena itu Penulis mengambil tema kesehatan tentang “*Implementasi Augmented Reality Pada sirkulasi Darah Manusia*” agar supaya kita dapat mengenal bahkan mempelajari cara penangulangannya bagi kesehatan kita.

II. LANDASAN TEORI

A. Animasi

Animasi merupakan suatu seni untuk membuat dan menggerakkan sebuah obyek, baik berbentuk dua dimensi maupun tiga dimensi dan dibuat menggunakan berbagai cara, misalnya menggunakan kertas, komputer dan lain sebagainya. Animasi saat ini telah Menjadi industri besar yang memberikan dampak ekonomi dan sosial yang begitu besar bahkan cukup signifikansi terhadap pendapat sebuah negara. Animasi berawal dari kontribusi hasil karya seorang yang bernama *Walt Disney* yang lahir dengan nama *Walter* alias *Disney*. *Walt Disney* mempunyai ide untuk membuat animasi bergerak dengan objek seekor tikus. Dari proses tersebut maka lahirlah *Mickey Mouse* yang merupakan cikal bakal dari kartun animasi pertama yang pernah dibuat. Awal mula bentuk *Mickey* masih sederhana. Dengan beberapa ciri tikus yang dimanipulasi seperti bentuk telinga dibuat bulat, bentuk mata yang dibuat besar hampir sebesar wajahnya, dan bentuk tubuh yang kurus ditambah atribut celana pendek yang dibuat sederhana sehingga memudahkan untuk proses produksinya.

B. Augmented Reality

Augmented reality atau yang sering disingkat *AR* adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (*real time*). Tidak seperti realitas maya (*virtual reality*) yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, realitas tertambah (*augmented reality*) sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan. *Ronald T. Azuma* (1997) mendefinisikan *augmented reality* sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata. Penggabungan benda nyata dan maya dimungkinkan dengan teknologi tampilan yang

sesuai, interaktivitas dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu dan integrasi yang baik memerlukan penjejukan yang efektif.

C. Software

Blender (3D Software)

Blender merupakan OSS (*Open Source Software*) atau istilah lainnya *software* yang dapat digunakan di berbagai macam OS (*Operating System*). Ini digunakan untuk dikembangkan secara komersil, tetapi sekarang dirilis di bawah GPL (*GNU General Public License*). Spesifikasi yang dibutuhkan untuk penginstallan *software* ini sangatlah sederhana. *Blender* dapat digunakan untuk membuat visualisasi 3D, Stills serta siaran dan *video* berkualitas bioskop, sedangkan penggabungan mesin 3D *real-time* memungkinkan penciptaan konten 3D interaktif untuk pemutaran yang berdiri sendiri.

Layar

Layar adalah aplikasi *Augmented Reality* yang paling banyak digunakan saat ini pada *smartphone* Android dan iPhone. *Layar* menunjukkan apa yang ada di sekitar degnan menampilkan informasi diatas dunia nyata seperti yang terlihat lewat kamera *smartphone*. Lapisan konten yang berjalan di aplikasi *Layar* disebut *layer*. *Layar* juga menyediakan *platform* yang terbuka sehingga memungkinkan para pengembang untuk membuat *layer* sendiri. Dengan *Layar* kita bisa menjelajahi konten-konten digital seperti *video* atau *audio* pada majalah, katalog, selebaran, brosur, kartu nama, dan benda lainnya serta dapat membagikannya diakun media sosial milik kita. Saat ini, ketika menggunakan *Layar* untuk pengembangan *Augmented Reality* kita bisa terintegrasi dengan *Youtube*, *Twitter*, *Facebook*, *Google+*, *Pinterest*, dan *LinkedIn*. Bahkan kita bisa melihat informasi dari daerah yang kita datangi dengan memindai tempat tersebut menggunakan *browser layar*.

D. Sistem Peredaran Darah Pada Manusia.

Dalam Sistem Peredaran darah manusia tersusun atas jantung sebagai pusat peredaran darah, pembuluh-pembuluh darah dan darah itu sendiri. Jantung mempunyai empat ruang yang terbagi sempurna yaitu dua serambi (atrium) dan dua bilik (ventrikel) dan terletak di dalam rongga dada sebelah kiri di atas diafragma. Jantung terbungkus oleh kantong perikardium ang terdiri dari dua lembar. Pembuluh darah terdiri atas arteri dan vena. Arteri berhubungan langsung dengan vena pada bagian kapiler dan venula yang dihubungkan oleh bagian endotheliumnya. Peredaran darah manusia merupakan peredaran darah tertutup karena darah yang dialirkan dari dan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah dan

darah mengalir melewati jantung sebanyak dua kali sehingga disebut sebagai peredaran darah ganda yang terdiri dari peredaran darah besar dan peredaran darah kecil.

E. Metodologi Pengembangan Multimedia

Metodologi pengembangan *Multimedia* yang sering digunakan yaitu MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) metodologi pengembangan *multimedia* yang bersumber dari Luther yang terdiri dari enam tahap, yaitu *concept* (pengonsepan), *design* (perancangan), *material collecting* (pengumpulan materi), *assembly* (pembuatan), *testing* (pengujian).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Instrumen Penelitian

Hardware yang digunakan ialah *Notebook ASUS K43SD*, *Printer Canon*, *Perangkat Seluler*.

Software yang digunakan ialah *Adobe Photoshop CC 2014*, *Layar*, *Blender 2.75*, *Google Chrome*, *Microsoft Word 2013*, *Sony Vegas Pro 13*, *Windows 7 x64 bit*.

B. Tahapan Pembuatan

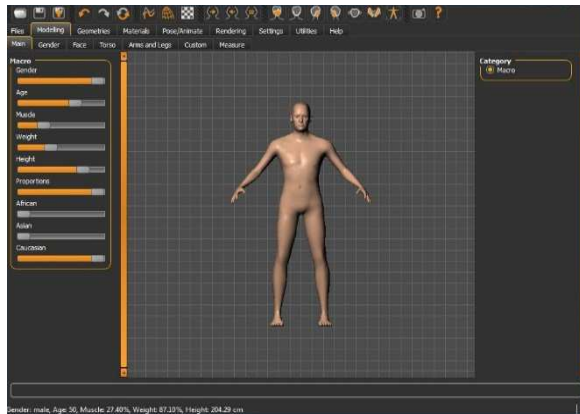
Berikut ini adalah tahapan pembuatan, yang digunakan sebagai dasar dalam melaksanakan pembuatan Animasi 3D *Augmented Reality* pada sistem sirkulasi darah manusia.

Konsep

Penulis melakukan studi literatur tentang *animasi 3D* dan *augmented reality* yang akan digunakan dalam tugas akhir ini. Konsep yang akan dikerjakan sesuai dengan kebutuhan untuk membuat objek tiga dimensi *Markless augmented reality*.

Desain

Untuk desain *augmented reality* dimasukkan data-data yang diperlukan antara lain berupa teks atau gambar.



Gambar 1. Tampilan aplikasi MakeHuman

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemudian untuk desain konten *Augmented Reality* akan dimasukkan konten-konten digital yang diperlukan.

A. Tahap Pembuatan

Pembuatan Objek Animasi 3D

Dalam proses pengerjaan/pembuatan berlangsung dari *modeling* sampai dengan *rendering* dilakukan dengan perangkat lunak *Blender 2.75*.

Modeling

Dalam proses ini pembuatan objek berupa karakter, lingkungan, *property* dan lain sebagainya. Proses *modeling* ini menggunakan dua *software*, yaitu *blender* dan *makehuman*.

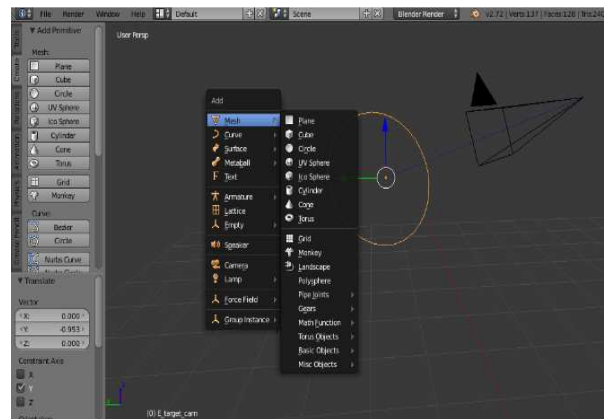
Untuk model karakter manusia dibuat menggunakan *software makehuman* (gambar 1), dan untuk model lingkungan *property* dan lain sebagainya menggunakan *software Blender*. Kedua *software* ini memiliki beberapa *tools* untuk menunjang pembuatan model animasi 3D, sebagaimana akan diuraikan pada bagian-bagian selanjutnya dari penulisan ini.

Modeling menggunakan MakeHuman.

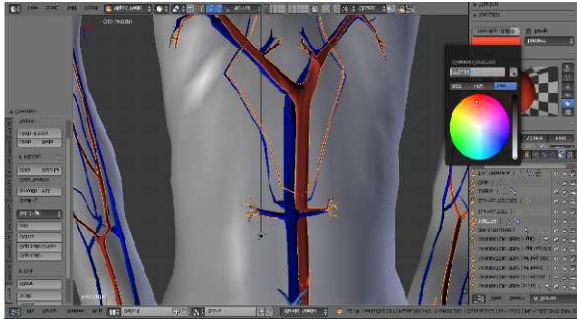
Untuk desain karakter manusia pada *makehuman* menggunakan *Tools Modeling* yang terdiri dari *main*, *gender*, *face*, *torso*, *arms and legs*, *custom*, dan *measure*. *Tools* tersebut digunakan untuk membentuk tubuh manusia sesuai yang diinginkan (gambar 1).

Modeling menggunakan Blender.

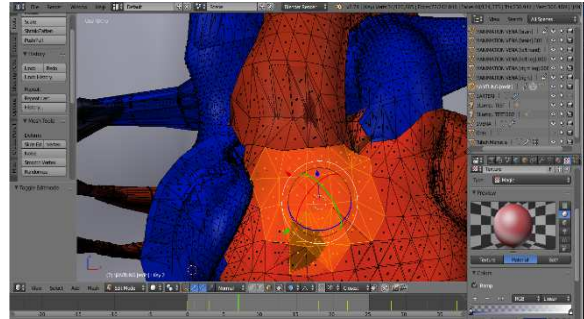
Pembuatan objek menggunakan *tools Add Primitive (mesh)* yang terdiri dari *plane*, *cube*, *circle*, *UV sphere*, *icosphere*, *cylinder*, dan lain-lain yang dipakai sesuai kebutuhan (gambar 2).



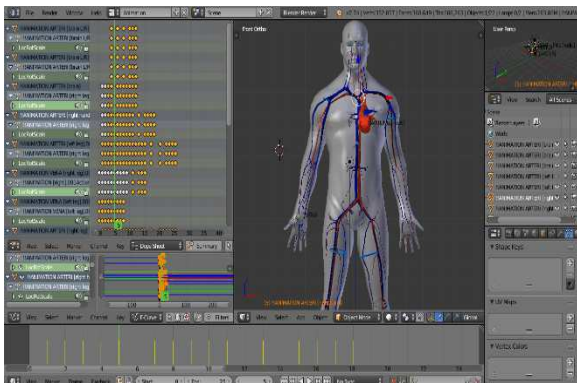
Gambar 2. Tampilan aplikasi Blender



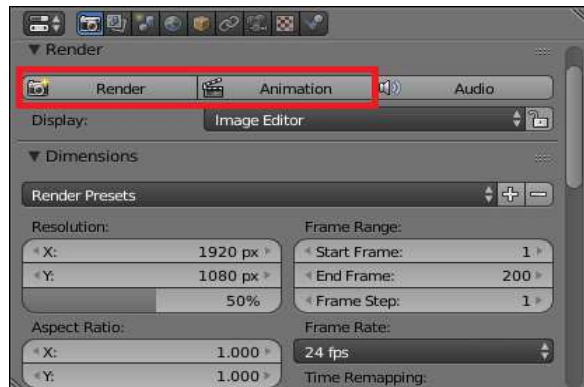
Gambar 3. Proses pewarnaan dengan tools Material



Gambar 4. Proses pewarnaan dengan tools Texture



Gambar 5. Tampilan Pembuatan Animation



Gambar 6. Tampilan tool rendering

Texture

Pada proses ini pemberian *texture* atau warna pada sebuah objek menggunakan blender. Proses *texturing* pada program blender dapat dibuat dengan menggunakan *tools material* dan *tools texture*.

Tools material dipakai untuk memberikan warna dasar dari objek yang telah kita buat (gambar 3). Sedangkan *Tools texture* adalah proses pemberian warna pada beberapa bagian *texture* saja (gambar 4).

Animation

Animation adalah proses menggerakkan model animasi yang disesuaikan dengan *storyboard* yang nantinya akan di tampilkan ke dalam film. Sebelum memulai pembuatan gerakan pada blender (gambar 5). Pada *layout* animasi menggunakan video berukuran 720 HDTV atau 1280x720 *pixel*. Jumlah *frame* yang digunakan dari 100-150 *frame* untuk menampilkan animasi.

Rendering

Proses pembuatan animasi atau proses *rendering* yaitu dimana model animasi yang telah dibuat, diubah menjadi gambar yang nantinya akan dibuat menjadi film. Pada proses ini menggunakan blender, *rendering* pada blender terdapat dua pilihan yang terdiri dari *render image* dan *render animation*. *Render image*

menampilkan sebuah gambar pada *frame* yang dipilih sedangkan *render animation* menampilkan semua hasil gambar yang ada pada *frame* (gambar 6).

Editing / Compositing Animation

Editing merupakan proses akhir pembuatan animasi setelah selesai *rendering* dari blender yang akan dikemas menjadi Film Video, dimana berupa penggabungan antara semua elemen *video*, gambar, tulisan, dan *file-file audio* agar jalannya film animasi ini dapat lebih menarik. Proses editing ini menggunakan *software* untuk pengeditan video *Sony Vegas Pro 13* (gambar 7)

Pembuatan Brosur

Sesudah *editing* adalah pembuatan *brosur* untuk dijadikan *Markless Augmented Reality*, dengan menggunakan *software* dari *Adobe Photoshop CC 2014* (gambar 8). Penulis memilih ukuran 21cm x 29,7cm atau A4 dan resolusi 300 *dpi*. Jenis *font* yang digunakan adalah 'Titllium' dan 'Calibri' dengan berbagai ukuran

Mengintegrasikan

Awalnya kita harus membuat akun layar dengan mendaftar pada situs *web service* untuk pembuatan *augmented reality* 'Layar' dengan alamat 'www.layar.com' kemudian mengklik 'sign up',

setelah itu barulah tersedia halaman untuk pembuatan akun baru (gambar 9). Setelah mendaftar dan mempunyai akun, diperkenankan untuk *log in* sesuai dengan *username* dan *password* yang telah dibuat (gambar 10). Kemudian setelah *log in* kita sudah bisa membuat *layer augmented reality* kita dengan mengklik 'go to creator', yang kemudian akan muncul halaman untuk memulai pembuatan *layer*. Klik 'new campaign' lalu kita bisa memulai pembuatan *layer* (gambar 11).

Kemudian muncul pilihan halaman, pilih bertipe JPG/PNG untuk mengunggah *brosur*, setelah itu pilih *file* yang akan dijadikan brosur keudian klik 'add page'.

Setelah itu *brosur* yang telah dibuat diisi dengan *video* dengan ukuran yang disesuaikan pada brosur. Pilih melalui kategori 'Media' yaitu 'play video' lalu untuk videonya sendiri langsung di unggah ke *server* layar, yaitu dengan memilih 'Upload File', tunggu proses pengunggahannya. Setelah selesai *video* otomatis ditayangkan setelah dipindai menggunakan aplikasi *layar* (gambar 12).

B. Pengujian

Setelah selesai pembuatan animasi 3D dan *brosur* berteknologi *Markerless Augmented Reality*, maka selanjutnya adalah tahap pengujian. Dalam tahap ini yaitu pengujian dari sisi pengembang untuk identifikasi dan menghilangkan sebanyak mungkin masalah sebelum akhirnya sampai ke pengguna, serta mengetahui apakah fungsi-fungsi program yang dikerjakan dapat berjalan dengan baik.

Pengujian dilakukan sebagai berikut:

Pastikan perangkat *smartphone* android telah diinstall dengan 'Layar App'. Kemudian 'Layar App' dibuka

(pastikan *smartphone* dalam keadaan yang terkoneksi dengan jaringan internet), lalu mulai memindai halaman dengan menekan atau menyentuh layar *smartphone* menggunakan 'Layar App' (gambar 13). layar *smartphone* menggunakan 'Layar App'. Tekan atau sentuh *icon* 'play' maka akan muncul animasi dari Sistem Sirkulasi Darah Pada Manusia.

Dalam pengujian diperlukan beberapa hal penting yaitu koneksi internet, cahaya dan jarak.

Koneksi Intenet

Dalam pemindaian brosur diperlukan koneksi internet yang baik dan stabil agar dapat menampilkan konten virtual dengan lancar dan cepat ketika brosur dipindai.

Cahaya

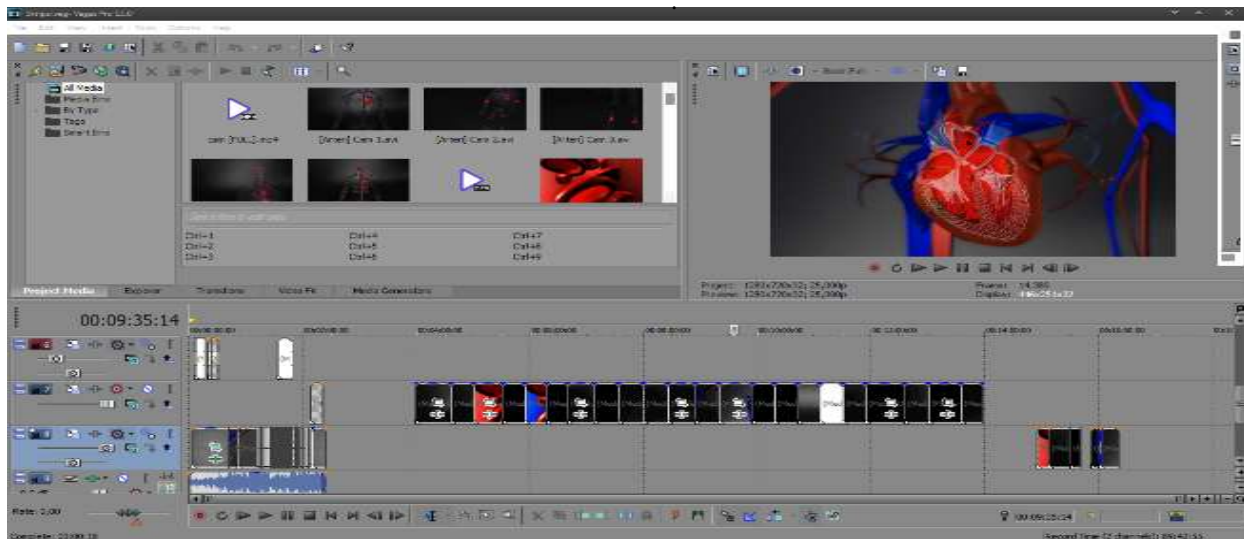
Faktor cahaya sangat penting dalam melakukan pemindaian. *Brosur* memerlukan cahaya yang cukup untuk dapat dipindai.

Jarak

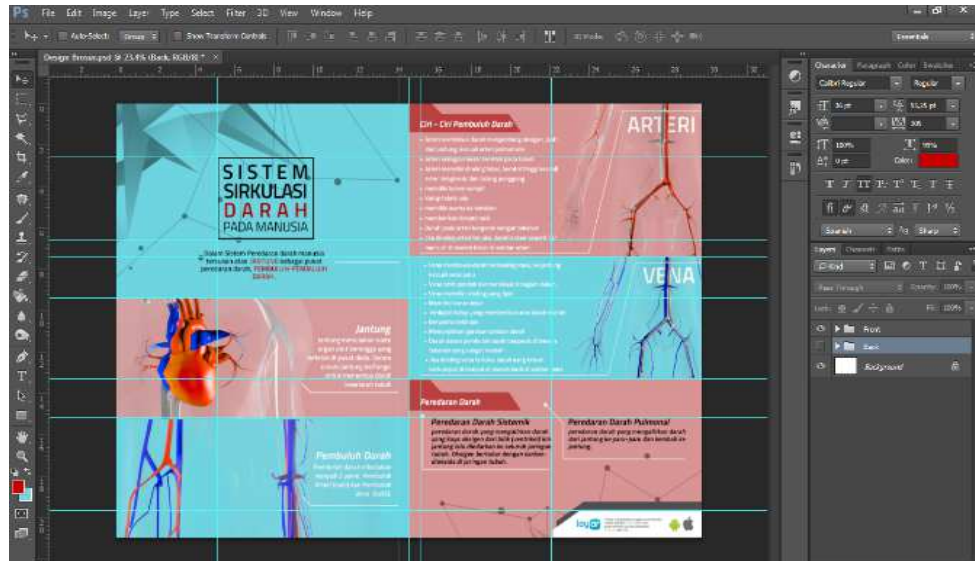
Jarak menjadi salah satu hal penting dalam pemindaian dan pendeteksian konten dalam brosur. Ketika terlalu jauh, maka pemindai kurang bisa fokus pada benda yang dipindai, karena jika kita memindai dari jarak yang melebihi besar brosur maka pendeteksian akan menjadi lebih lama.

Pengukuran jarak dilakukan pada kertas *marker* dengan ukuran 27,7 cm x 19,7 cm (gambar 14).

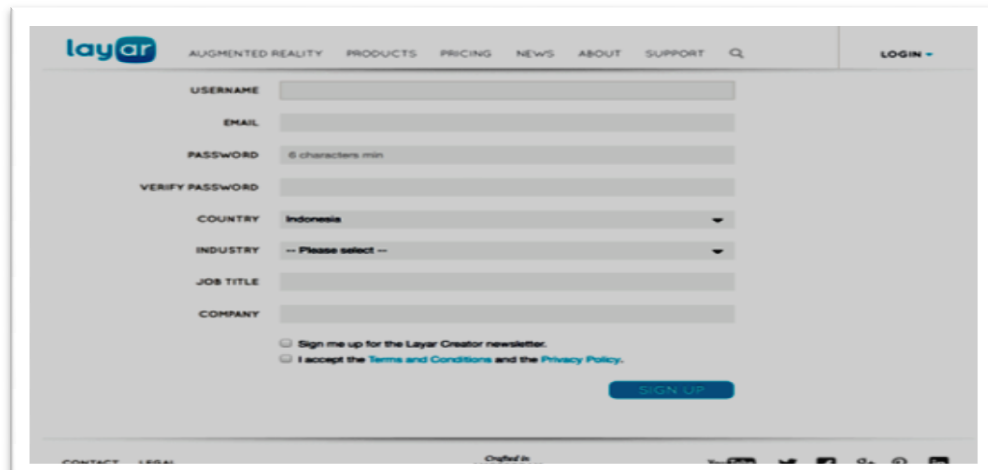
Dari hasil pengambilan jarak brosur *marker* dari kertas berukuran 27,7 cm x 19,7 didapati jarak ideal pengambilan/pemindaian pada perangkat *seluler* yang baik antara lain, pada halaman pertama jarak 22 cm



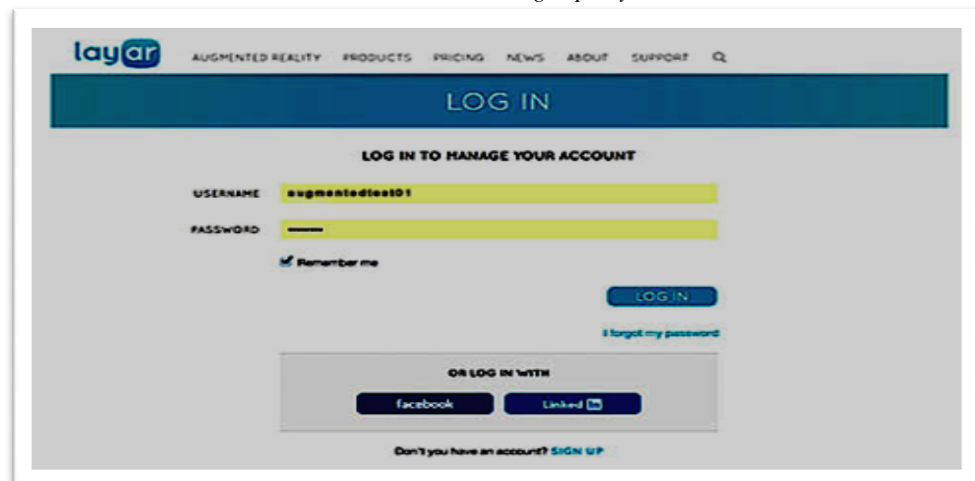
Gambar 7. Tampilan editing di Sony Vegas Pro 13



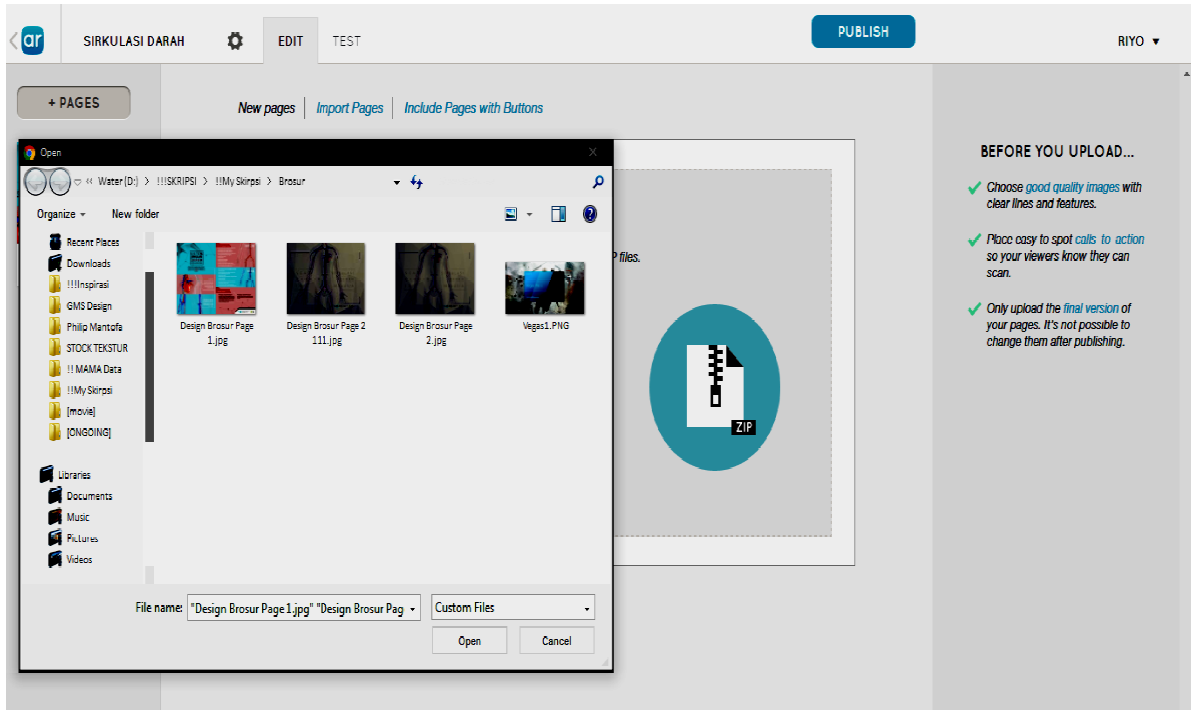
Gambar 8. Pembuatan Brosur di Photoshop



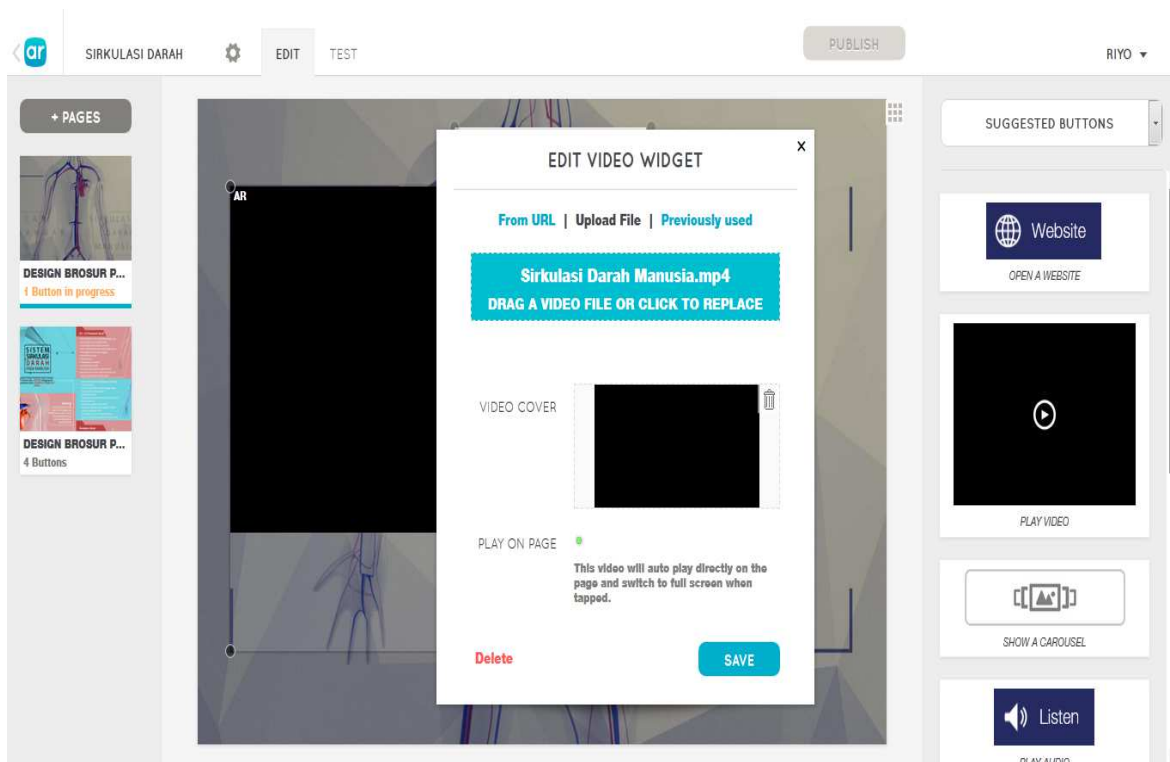
Gambar 9. Halaman sign up Layar



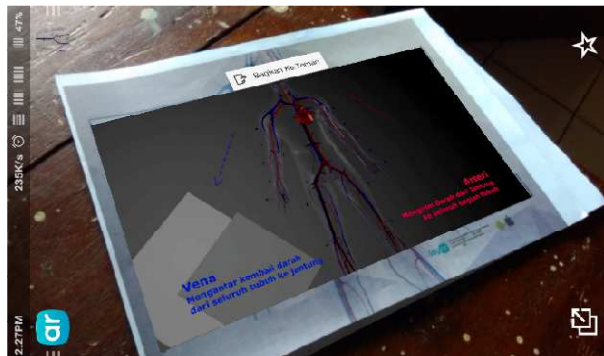
Gambar 10. Halaman Login Layar



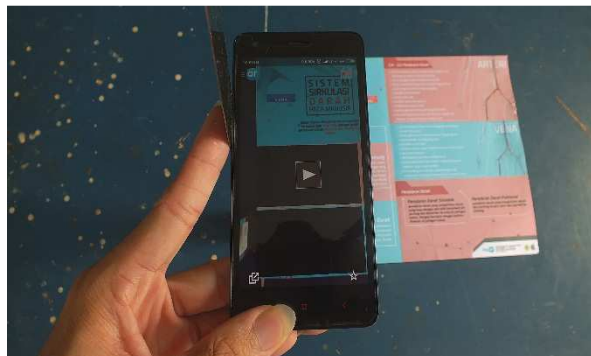
Gambar 11. Halaman *New Campaign*



Gambar 12. Halaman *Brosur*



Gambar 13. Hasil pengujian dari perangkat seluler



Gambar 14. Pengukuran jarak

Pada halaman kedua jaraknya adalah 15 cm, sedangkan pada halaman ketiga jarak yang baiknya adalah 18 cm atau mengambil ukuran penuh gambar dan jarak yang dapat dipindai berada antara 15-80 cm.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan pembuatan animasi 3D ini, terdapat beberapa kesimpulan yang bisa diambil penulis, antara lain:

- 1) Teknologi *Markerless Augmented Reality* dalam skripsi ini digunakan sebagai media pembelajaran untuk para pelajar, mahasiswa dan semua kalangan untuk memperkenalkan tentang sirkulasi darah manusia.
- 2) Dalam pembuatan *modeling 3d* ini *tool mesh* yang sering digunakan adalah *cube*, karena *cube* lebih mudah untuk mencari dan menambahkan *vertex* (garis) dalam pemodelan objek.
- 3) *Format* video yang di *render* dari *blender* berukuran 1280x720 *pixel* (HD) dengan jenis file .Mp4, karena format video yang di iijinkan *LayAR* untuk mengunggah *file* video harus berformat .mp4 atau .avi dan *format* yang dipilih karena memiliki ukuran *file* yang ringan adalah mp4.
- 4) Dari hasil pengujian jarak pengambilan brosur pada *marker* dari kertas berukuran 27,7 cm x 19,7 melalui perangkat *seluler*, jarak yang baik berada pada jarak 22 cm atau mengambil ukuran penuh gambar untuk halaman awal brosur. Sedangkan halaman kedua dimana jarak yang baik untuk melihat video berada pada jarak 15 cm dan halaman ketiga berada pada jarak 18 cm.

B. Saran

Berikut ini merupakan saran yang berkaitan dengan pembuatan dan pengembangan untuk penelitian selanjutnya:

- 1) Proses pembuatan Animasi 3D sebaiknya dilakukan secara tim atau kelompok untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan efisiensi waktu pengerjaan.
- 2) Dalam pembuatan animasi dan videonya tidak hanya menguasai programnya, dibutuhkan kreasi dalam pembuatannya, serta dibutuhkan ide-ide baru dalam pembuatan film.
- 3) Untuk membuat video tentang sirkulasi darah ada baiknya dibuat lebih lambat dan menyesuaikan kecepatan peredaran darah sesuai tekanan darah manusia atau dibuat lebih realistik.
- 4) Untuk selanjutnya dalam pembuatan video peredaran darah ini lebih dikembangkan lagi dan lebih diperjelas tampilannya.
- 5) Dalam pengambilan *angle camera* harus diperhatikan dan diubah-ubah agar supaya tampilan dari video nantinya lebih menarik.
- 6) Bagus untuk dikembangkan terutama bagi bagian kesehatan, maupun untuk seminar-seminar kesehatan, sosialisasi atau promosi tentang kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kusrianto, "Berkarier di dunia grafis", PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2009.
- [2] A. M. Wijaya. (Oktober 2009). Sistem Sirkulasi Darah dalam Tubuh Manusia, tersedia di <http://www.infodokterku.com>.

- [3] Blender Team. (Januari 2002). Blender (Definisi blender). Tersedia di : <https://www.blender.org/about/>.
- [4] D. Priyatmono. (Februari 2015). Dodyanimation (Penjelasan Animasi). Tersedia di : <http://www.dodyanimation.com>.
- [5] D. Sari. "Perencanaan Kebutuhan Pengguna Pada Produksi Film Animasi Tiga Dimensi Untuk Pengembangan Groupware". Jurnal IPTEK-KOM, Vol. 14, No. 2. (133-150), 2012.
- [6] F. Paulsen & J. Waschke. "Sobotta Atlas Anatomi Manusia : Anatomi umum dan Muskuloskeleta", Penerjemah : Brahm U. Penerbit, Jakarta : EGC, 2013.
- [7] I. Binanto. "Multimedia Digital – Dasar Teori dan Pengembangannya", ANDI - Ed.1, Yogyakarta, 2010.
- [8] I. Kerosevica. (Oktober 2015). Animasi Anatomi Manusia. Tersedia di : <http://www.animatedanatomy.com>.
- [9] Layar Homepage, tersedia di <http://www.layar.com>, diakses 5 November 2015.
- [10] M. Koen. (Desember 2014). Sistem Peredaran Darah Pada Manusia, tersedia di <http://www.pintarbiologi.com>.
- [11] Makehuman Team. (Oktober 2001). Makehuman (Fungsi Makehuman). Tersedia di : <http://www.makehuman.org>.
- [12] Patrik, C., Sabloak, R., Johannes, P., Yoannita, "Visualisasi 3 Dimensi Desain Interior Perabotan Rumah Berbasis Augmented Reality Pada Mobile Phone Dengan Sistem Operasi Android", Jurusan Teknik Informatika STIMIK GI MDP.
- [13] R. V. Toar. "Perancangan Short Film Animasi Berbasis 3D Pada Legenda Toar Lumimuut". Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi", Manado, 2015.
- [14] Sobotta. "Sobotta Atlas Anatomi Manusia : Edisi 21." EEF Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta, 2010.
- [15] Sridianti. (Maret 2015). Perbedaan Pembuluh Darah Vena Dan Arteri. tersedia di <http://www.sridianti.com>.