

PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA INFORMASI KAMPUS MENGGUNAKAN BROSUR

Latius Hermawan¹, Mochamad Hariadi²

¹Sekolah Tinggi Teknik Musi Palembang 30113

Jl. Bangau No.60 Palembang

E-Mail : tiuz.hermawan@sttmusi.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri ITS

Jl. Keputih Sukolilo, Surabaya, 60111

E-Mail : mochar@ee.its.ac.id

ABSTRAK

Teknologi game dan animasi terus mengalami perkembangan. Hal ini seiring dengan tuntutan kebutuhan tampilan dunia tiga dimensi dengan kualitas yang baik untuk membangun virtual world menjadi lebih real ke dalam komputer. Augmented Reality merupakan bidang penelitian komputer yang menggabungkan data komputer grafis 3D dengan dunia nyata. Semakin berkembangnya AR membuat teknologi ini banyak dicari. Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, AR sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan. Inti dari AR adalah melakukan interfacing untuk menempatkan obyek virtual ke dalam dunia nyata. Para peneliti memanfaatkan bidang ini sebagai salah satu cara baru untuk meningkatkan produktifitas, efektifitas dan efisiensi serta sebagai media entertainment. AR telah banyak digunakan di dunia hiburan, pelatihan militer, medis, desain rekayasa, robotik dan telerobotik, manufaktur, pendidikan, dan lain-lain. Dengan memanfaatkan teknologi AR, informasi pada brosur yang biasa digunakan untuk memberikan informasi kepada pembaca sebenarnya dapat ditambahkan dengan bentuk informasi 3D yang ditampilkan secara virtual, sehingga kampus dapat melengkapi informasi penting yang belum termuat pada brosur. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa pembaca dapat melihat bagian brosur AR dengan detil serta lingkungan pada brosur juga akan terasa lebih hidup dengan adanya animasi pendukung seperti gedung, pohon, dan lain sebagainya.

Kata Kunci : Augmented Reality, Brosur, Informasi, Android

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi game dan animasi terus mengalami perkembangan. Hal ini seiring dengan tuntutan kebutuhan tampilan dunia tiga dimensi (3D) dengan kualitas yang baik untuk membangun virtual world menjadi lebih real ke dalam komputer. Augmented Reality (AR) merupakan bidang penelitian komputer yang menggabungkan data komputer grafis 3D dengan dunia nyata. Semakin berkembangnya AR membuat teknologi ini banyak dicari. Dalam kurun waktu 2005 hingga 2009 minat orang akan AR sangat tinggi. Ini terlihat dari frekuensi google search di internet yang banyak mengakses informasi mengenai AR (Adhi, et.al., 2010).

Augmented Reality (AR), adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (Jacko, et.al., 2010). Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, AR sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan

(Azuma, et.al., 2001). Proses menggabungkan data virtual dengan data dunia nyata dapat memberikan pengguna untuk mengakses konten multimedia yang kaya serta bersifat relevan secara kontekstual dan dapat dengan mudah digunakan (Jorge dan Pena, 2014).

Inti dari AR adalah melakukan interfacing untuk menempatkan obyek virtual ke dalam dunia nyata. Para peneliti memanfaatkan bidang ini sebagai salah satu cara baru untuk meningkatkan produktifitas, efektifitas dan efisiensi serta sebagai media entertainment. AR telah banyak digunakan di dunia hiburan, pelatihan militer, medis, desain rekayasa, robotik dan telerobotik, manufaktur, pendidikan, dan lain-lain (Edi dan Hariadi, 2010).

Augmented Reality menjadi populer di masyarakat dan menjadi lebih ubiquitous dalam kehidupan (Johnson, et.al, 2010). Teknologi Augmented Reality dapat dimanfaatkan untuk merancang sebuah konsep perpanjangan informasi dari media promosi cetak ke media promosi berbentuk video menggunakan teknologi AR. Aplikasi yang dibangun mampu mengenali marker dan dapat menampilkan

video yang di-load melalui URL (Candra dan Lio, 2012). Animasi dapat dibangun menggunakan *Blender* serta proses pembangunan *Augmented Reality* menggunakan *Qualcomm Augmented Reality (QCAR)* yang ditampilkan menggunakan *smartphone* Android, aplikasi ini mampu menampilkan objek organ pernapasan manusia adalah Hidung, Laring, Bronkus, Trakea, dan Paru-Paru serta proses mekanisme dari pernapasan. Hasil ini dapat menjadi solusi alternatif multimedia pembelajaran (Perdana dan Yusti, 2012).

Dengan memanfaatkan teknologi AR, informasi pada brosur yang biasa digunakan untuk memberikan informasi kepada pembaca sebenarnya dapat ditambahkan dengan bentuk informasi 3D yang ditampilkan secara virtual yang nantinya menggunakan perangkat *smartphone*, sehingga kampus dapat melengkapi informasi penting yang belum termuat pada brosur. Pembaca bukan hanya dapat melihat bagian brosur AR dengan detail, tetapi lingkungan pada brosur juga akan terasa lebih nyata dengan adanya animasi pendukung seperti gedung, pohon, dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah aplikasi android yang dapat menampilkan model brosur 3D dalam lingkungan *Augmented Reality* sehingga dapat membantu para pembaca untuk mengetahui dengan baik kampus yang akan dipilih.

1.2 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Lio dan Candra, mengusulkan sebuah pendekatan baru dalam menghubungkan antara media promosi cetak dengan media promosi digital dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality*. Aplikasi yang dibangun mampu mengenali *marker*, sebuah *marker* akan ditempatkan pada sampul media promosi cetak, kemudian dihadapkan pada alat input berupa webcam dan dapat menampilkan video yang di-load melalui URL dengan baik selama berada dalam kondisi ideal berdasarkan hasil pengujian (Candra dan Lio, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Edi, menghasilkan bahwa jarak dapat dideteksi melalui luas area *marker* yang ditangkap oleh kamera. Dengan jarak tertentu hingga dideteksi luas *marker* tertentu akan memunculkan virtual gedung eksterior ataupun interior, menjadikan single *marker* berfungsi seolah-olah multi *marker*. Meskipun *marker* dimiringkan, tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap jarak atau luas yang dideteksi oleh aplikasi. Jarak optimum yang dideteksi kamera adalah saat

posisi *marker* terletak tegak lurus dengan kamera. Dengan demikian, luas area yang dihasilkan menjadi maksimal. Saat *marker* dimiringkan, akan terjadi penurunan hasil luas area sedikit demi sedikit (Edi dan Hariadi, 2010)

Penelitian yang dilakukan Bower, menunjukkan bahwa penggunaan *Augmented Reality* menawarkan pengetahuan dengan cara yang lebih erat dan langsung terkait dengan dunia di sekitar kita. Namun, dalam hal belajar, hanya menggunakan *Augmented Reality* untuk penyediaan informasi membatasi perkembangan kognitif pembaca di masa depan. Teknologi ini dapat membantu meringankan proses berpikir bagi pengguna (Bower dan David, 2013)

Penelitian yang dilakukan oleh Jorge, menunjukkan bahwa kegunaan yang ditawarkan oleh pembelajaran berbasis *Augmented Reality* memiliki skor sangat tinggi sesuai dengan kemudahan dari penggunaannya. Survei ini dilakukan pada dua kelompok (orang yang sering menggunakannya dan mereka yang menggunakannya sekali saja) untuk mengetahui persepsi kedua kelompok tersebut (Jorge dan Pena, 2014).

Penelitian yang akan dilakukan penulis adalah penggunaan *Augmented Reality* pada brosur untuk menampilkan informasi berbentuk 3D, sehingga informasi yang belum termuat dalam brosur juga dapat diketahui oleh pembaca dan menjadi sarana promosi yang baik bagi kampus.

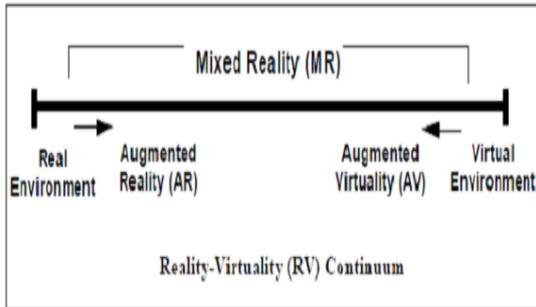
1.3 Brosur

Brosur adalah salah satu media penyimpanan informasi yang berfungsi untuk memberikan penjelasan tentang suatu produk, layanan, fasilitas umum, profil perusahaan, sekolah, atau dimaksudkan sebagai sarana untuk beriklan.

1.4 Augmented Reality

Augmented Reality merupakan upaya penggabungan dunia nyata ke dunia virtual melalui komputer sehingga batas antara keduanya sangat tipis. *Augmented Reality (AR)* adalah variasi dari *Virtual Environment (VE)* atau yang lebih dikenal dengan *Virtual Reality (VR)*. Sedangkan *virtual reality* memiliki arti sebuah situasi dimana pengguna secara keseluruhan berada di dalam lingkungan maya. Ketika berada di lingkungan itu pengguna sendiri tidak dapat melihat dunia nyata disekitarnya. Berbeda dengan AR yang masih dapat melihat dunia nyata dan objek maya hanya ditampilkan ke lingkungan nyata (Azuma, et.al., 1997). *Augmented reality*

memungkinkan perspektif diperkaya dengan menampilkan obyek *virtual* pada dunia nyata dengan cara mengajak penonton bahwa obyek *virtual* adalah bagian dari lingkungan nyata. *Augmented reality* merupakan *crossover* antara dunia nyata dan *virtual* (Milgram dan Kishino, 1994). Diagram ilustrasi *Augmented Reality* dapat dilihat pada Gambar 1. Sedangkan pada Gambar 2 digambarkan mengenai hal-hal apa saja yang terkait pada saat pembuatan *augmented reality*



Gambar 1. Ilustrasi *Augmented Reality*



Gambar 2. Komponen *Augmented Reality*

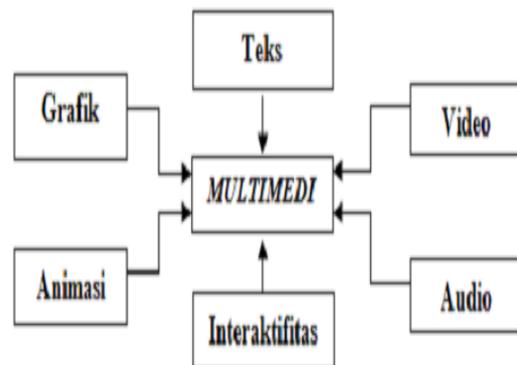
1.5 *Markless Augmented Reality*

Salah satu metode *Augmented Reality* adalah menggunakan metode *Markerless Augmented Reality*, dengan metode ini pengguna tidak perlu menggunakan sebuah *marker* (penanda) untuk menampilkan elemen-elemen digital. Teknologi *Markerless Augmented Reality* yang dikembangkan dalam perangkat Android diharapkan dapat membuat implementasi *Augmented Reality* jauh lebih efisien, praktis, menarik, dan bisa digunakan dimanapun, kapanpun, oleh siapapun tanpa perlu mencetak *marker* (Rizki, et.al., 2012).

1.6 Multimedia

Menurut (Binanto dan Iwan, 2010), multimedia merupakan kombinasi teks, seni, suara gambar, animasi, dan video yang disampaikan dengan komputer atau dimanipulasi secara digital dan dapat disampaikan dan/atau dikontrol secara interaktif seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Ada 3 jenis multimedia, adalah:

- a. Multimedia interaktif: Pengguna dapat mengontrol apa dan kapan elemen-elemen multimedia akan dikirimkan atau ditampilkan.
- b. Multimedia hiperaktif: Multimedia jenis ini mempunyai suatu struktur dari elemen-elemen terkait dengan pengguna yang dapat mengarahkannya. Dapat dikatakan bahwa multimedia jenis ini mempunyai banyak tautan (*link*) yang menghubungkan elemen-elemen multimedia yang ada.
- c. Multimedia linier: Pengguna hanya menjadi penonton dan menikmati produk multimedia yang disajikan dari awal hingga akhir.



Gambar 3. Gambaran Definisi Multimedia

1.7 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam pembuatan brosur yang berbasis *Augmented Reality* menggunakan *Unity3D* dan *Vuforia* sebagai *tool* yang terdiri dari empat proses utama adalah:

- a. Proses perencanaan, dimana pada proses ini dilakukan persiapan, studi literatur yang terkait dengan *Augmented Reality*, *markerless Augmented Reality*, dan rumusan masalah.
- b. Proses pengumpulan data melalui observasi, wawancara kepada pengguna mengenai informasi yang belum termuat

pada brosur kampus serta melakukan pengolahan data yang telah didapatkan.

- c. Proses analisis dan pembahasan, pada proses ini akan dilakukan analisa aplikasi, perancangan dan desain aplikasi, pengkodean, implementasi serta pengujian dan evaluasi terhadap aplikasi yang diterapkan.
- d. Proses terakhir adalah proses dokumentasi hasil penelitian yang telah dibuat.

2. PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana tahapan pembuatan aplikasi *augmented reality* yang akan digunakan. Berisi informasi hasil pengumpulan data, analisis perangkat yang dibutuhkan, arsitektur *vuforia*, *rendering target*, perancangan aplikasi dan implementasi dari aplikasi yang telah dibuat.

2.1 Hasil Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang didapat berdasarkan observasi dan wawancara terhadap para pembaca mengenai informasi penting yang belum termuat dalam brosur seperti informasi detil jurusan, gedung, suasana kampus, konsentrasi jurusan, dll karena terbatasnya tempat pada brosur menunjukkan bahwa perlu adanya media pendukung untuk menampilkan informasi yang dapat disajikan dalam bentuk hal baru melalui aplikasi yang dapat memberikan kemudahan dalam mendapatkan informasi lebih mengenai brosur tersebut, terlebih media tersebut dapat digunakan dimanapun mereka berada dengan menggunakan *smartphone* dan brosur, tanpa adanya kesulitan untuk mengakses dan menggunakannya.

Hasil dari analisis data dijadikan sebagai dasar untuk mengembangkan media informasi untuk promosi kampus secara unik, kreatif dan inovatif untuk mendukung kegiatan promosi kampus kepada pembaca. Adapun media tersebut berupa pembuatan sebuah aplikasi media informasi yang menggunakan teknologi *Augmented Reality* berbasis *mobile* yang dapat digunakan di *smartphone* Android. Saat ini hampir semua masyarakat sudah memakai perangkat Android ini, mulai dari anak-anak hingga dewasa. Alasan dibuatnya media informasi sebagai objek yang dikembangkan, adalah bahwa untuk mendapatkan informasi yang lebih lengkap mengenai kampus melalui media informasi berupa brosur, memiliki kekurangan dalam isi informasi dari brosur yang disebabkan terbatasnya tempat dan informasi yang ada merupakan ringkasan informasi dari kampus bukan secara detil. Adapun penggunaan

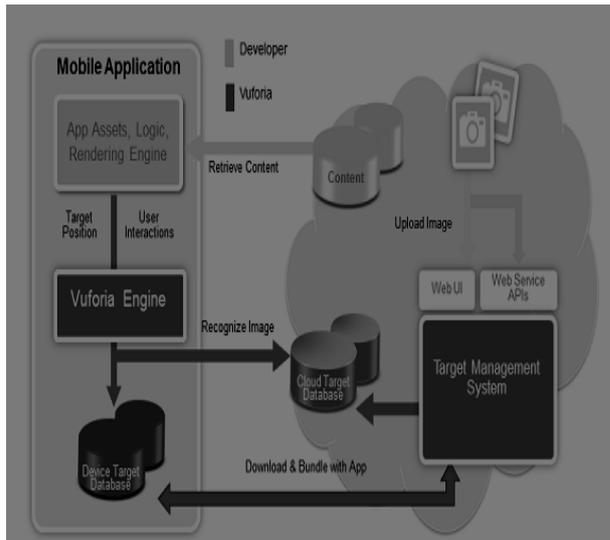
dan visualisasi objek melalui media 3D merupakan alternatif untuk dapat menyajikan informasi kampus.

2.2. Analisis Perangkat Yang Dibutuhkan

Analisis kebutuhan perangkat lunak (*software*) bertujuan untuk mengetahui secara tepat perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi yang akan dibangun. Aplikasi media informasi kampus melalui brosur dengan menggunakan teknologi *augmented reality* ini dibangun dengan menggunakan *Vuforia* dan *Unity3D Engine*.

Vuforia adalah *Augmented Reality Software Development Kit (SDK)* untuk perangkat *mobile* yang memungkinkan pembuatan aplikasi AR. *SDK. Vuforia* juga tersedia untuk digabungkan dengan *Unity3D* adalah bernama *Vuforia AR Extension for Unity*. *Vuforia* merupakan *SDK* yang disediakan oleh *Qualcomm* untuk membantu para *developer* membuat aplikasi-aplikasi *Augmented Reality (AR)* di *mobile phones (iOS, Android)*. Terdapat dua jenis *workflow* dengan dasar *database* yang dapat dipilih oleh *developer*, adalah *Cloud Database* dan *Device Database* seperti ditunjukkan pada Gambar 4. *Unity 3D* adalah sebuah game engine yang berbasis *cross-platform*. *Unity3D* dapat digunakan untuk membuat sebuah *game* yang bisa digunakan pada perangkat komputer, *smartphone, iPhone, PS3*, dan bahkan *X-BOX*. *Unity3D Game Engine* tidak hanya merupakan sebuah *game Engine*, tapi juga merupakan sebuah editor. Analisis kebutuhan perangkat keras bertujuan untuk mengetahui perangkat keras apa yang mampu menjalankan aplikasi yang akan dibangun. *Hardware* yang sebaiknya digunakan untuk membangun dan menjalankan aplikasi ini adalah:

- a. Spesifikasi minimum yang dibutuhkan adalah *Processor Intel Pentium, Memory RAM 512 GB, Harddisk 120 GB, Monitor 14"*.
- b. *Smartphone* berbasis Android dengan minimal spesifikasi adalah *Processor 600 MHz, Display 256K colors; 480 x 320 pixels, Memory Internal 512 MB ROM; 512 MB RAM, Memory External microSD up to 32GB, Audio MP3/AAC+/WAV/WMA player, Video MP4/H.264 player, Connectivity HSDPA; 3G; GPRS; WiFi, Operating System Android OS – versi 2.3 Gingerbread, Browser HTML, Camera 3.2 Megapixel*.



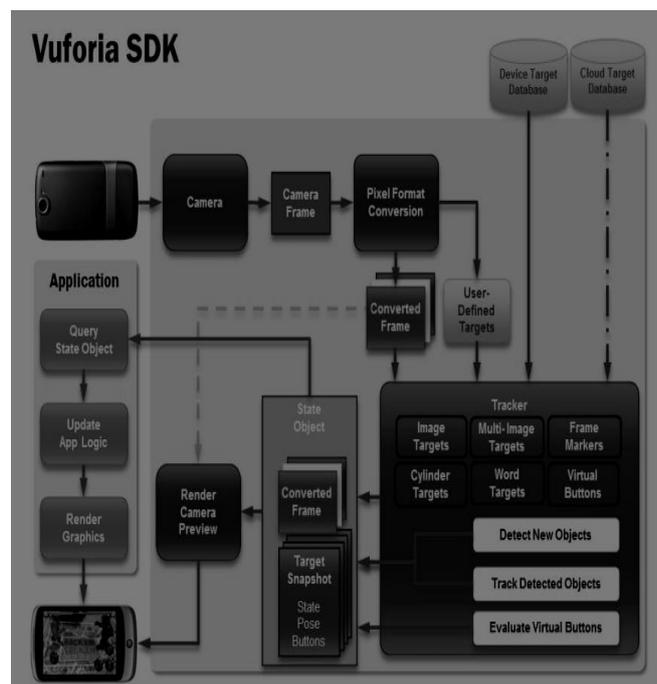
Gambar 4. Diagram Database Vuforia (Domhan dan Tobias, 2010)

2.3 Arsitektur Vuforia

Arsitektur aplikasi dibangun menggunakan Vuforia SDK seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Didalam Vuforia SDK memerlukan beberapa komponen penting agar dapat bekerja dengan baik. Komponen - komponen tersebut antara lain adalah (Rujianto dan Dhanar, 2014):

- Kamera, dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap *frame* ditangkap dan diteruskan secara efisien ke *tracker*.
- Image Converter*, mengkonversi format kamera (misalnya *YUV12*) kedalam format yang dapat dideteksi oleh *OpenGL* (misalnya *RGB565*) dan untuk *tracking* (misalnya *luminance*).
- Tracker*, mengandung algoritma computer vision yang dapat mendeteksi dan melacak objek dunia nyata yang ada pada video kamera. Berdasarkan gambar dari kamera, algoritma yang berbeda bertugas untuk mendeteksi *trackable* baru, dan mengevaluasi *virtual button*. Hasilnya akan disimpan dalam state objek yang akan digunakan oleh video *background renderer* dan dapat diakses dari *application code*.
- Video Background Renderer*, *render* gambar dari kamera yang tersimpan di dalam *state object*. Performa dari video *background renderer* sangat bergantung pada perangkat yang digunakan.

- Application Code*, menginisialisasi semua komponen tersebut dan melakukan tiga prosesan penting dalam *application code* seperti *Query state object* pada target baru yang terdeteksi atau *marker*, *Update* logika aplikasi setiap input baru dimasukkan, *Render* grafis yang ditambahkan (*augmented*).
- Target Resources*, dibuat menggunakan *on-line Target Management System*. *Assets* yang diunduh berisi sebuah konfigurasi xml - *config.xml* - yang memungkinkan *developer* untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam *trackable* dan *binary file* yang berisi *database trackable*.



Gambar 5. Arsitektur Vuforia (Domhan dan Tobias, 2010)

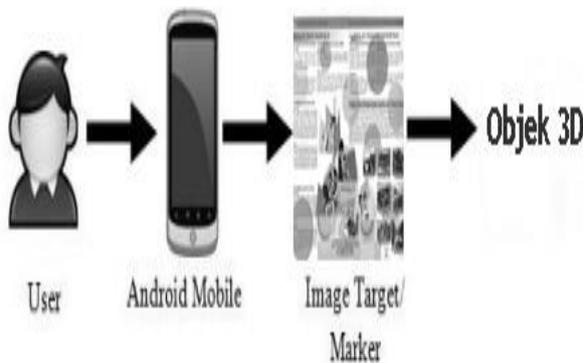
2.4. Rendering Target

Pemanfaatan *Augmented Reality* sebagai media informasi kampus menggunakan brosur digunakan untuk melakukan pengecekan gambar yang telah dikonversi dari *database vuforia* ke format **.unitypackages* yang terdapat di brosur dan menampilkan informasi berbasis *augmented reality* yang berupa objek gedung, pohon, teks yang berupa informasi dalam bentuk 3 dimensi. Pengguna dapat mengarahkan kamera keatas brosur sebagai penanda dan aplikasi akan melakukan *tracking*

ke *database* untuk mencari objek yang sesuai dengan penanda yang didapatkan untuk ditampilkan ke layar. Apabila brosur penanda dan gambar yang ada didalam *database* cocok, maka kamera akan melakukan proses *render* untuk mengakses objek. Selanjutnya aplikasi akan menampilkan konten informasi *augmented reality* sesuai dengan gambar yang ada pada brosur.

2.5. Perancangan Aplikasi

Aplikasi yang akan dibuat menggunakan Android, dalam penerapannya dibuat sebuah penanda yang didalamnya terdapat *marker* dengan pola yang telah ditentukan dimana akan diidentifikasi koordinatnya sehingga akan menampilkan objek 3 dimensi yang telah dibuat sebelumnya seperti dirujuk pada Gambar 6.



Gambar 6. Ilustrasi Perancangan Aplikasi

Image target dibuat dari brosur kampus yang biasa digunakan untuk promosi. Pada *Vuforia*, gambar yang akan dijadikan sebagai penanda harus dikonversi terlebih dahulu pada *database Vuforia*. Setelah proses konversi selesai hasilnya harus di *download* ke dalam format yang berekstensi **.unitypackages* yang dimungkinkan untuk mengkonfigurasi beberapa fitur dalam *trackable* dan *binary file* yang berisi *database trackable*.

2.6. Implementasi

Proses berikutnya menyusun *Image target* disesuaikan dengan objek 3D pada brosur yang telah dibuat sebelumnya seperti dirujuk pada Gambar 7. Dalam proses ini yang dilakukan adalah:

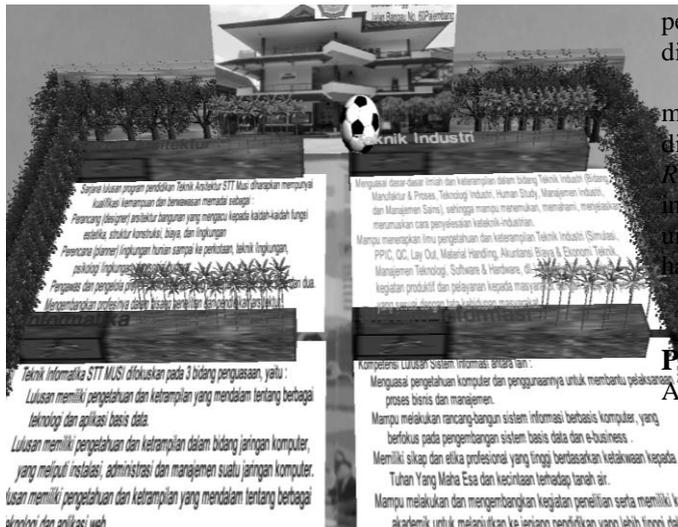
- Menambahkan AR kamera dan *Image target* pada *scene* projek *Unity3D*.
- Menempatkan objek 3 dimensi diatas *marker*, objek 3 dimensi yang telah

dibuat diletakkan diatas *marker* agar ketika proses *tracking* yang dimulai menggunakan kamera android *marker* akan menampilkan objek 3 dimensi yang ada.

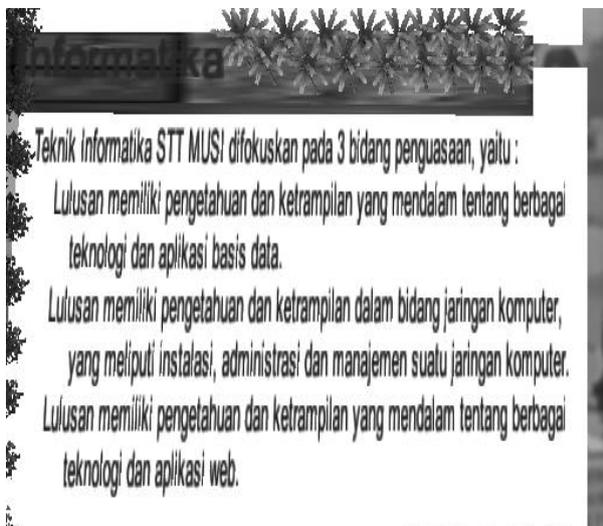


Gambar 7. Brosur Kampus

Setelah semua prosesan dibuat, percobaan dilakukan pada komputer dengan mengarahkan kamera ke arah brosur dan hasil dari *Augmented Reality* yang menggunakan *markerless* pada brosur telah berhasil ditampilkan dengan baik pada Gambar 8 dan Gambar 9, serta informasi yang ada dapat dibaca. Jika belum terbaca, cukup dekatkan kamera ke brosur yang ada. Seperti pada gambar berikut.



Gambar 8. Hasil Yang Dihasilkan Secara Keseluruhan



Gambar 9. Informasi Dapat Dibaca dengan Baik

3. KESIMPULAN

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan *Augmented Reality* sebagai media informasi kampus dengan menggunakan brosur akan dapat dibuat dengan baik menggunakan *Unity3D* dan *Vuforia* sebagai *tools*. Percobaan yang dilakukan masih pada PC belum diubah ke dalam format android. Penerapan *Augmented Reality* mampu merealisasikan dunia *virtual* ke dunia nyata, dapat menampilkan objek-objek gambar *2D* tersebut menjadi objek *3D*. Dengan media *Augmented Reality*, informasi yang belum termuat dalam brosur dapat ditampilkan secara *virtual* tanpa tambahan brosur lainnya. Sehingga

penghematan bahan baku dan biaya juga dapat dilakukan.

Penelitian dan pengujian lebih lanjut mengenai *Augmented Reality* harus terus dilanjutkan, sehingga pada akhirnya *Augmented Reality* dapat digunakan untuk menampilkan informasi serta kedepannya dapat diterapkan untuk beberapa tema yang perlu, dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan informasi.

PUSTAKA

- Adhi A., Supeno., Moch.Hariadi. 2010. *Visualisasi Gerakan Objek 3D Pada Augmented Reality Dengan Deteksi Tumbukan Berbasis Bounding Box* : Pasca Sarjana Jaringan Cerdas Multimedia (Game Teknologi) Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya.
- Azuma, R., Baillet, Y., Behringer R. 2001. *Recent Advances in Augmented Reality* : IEEE Computer Graphics and Applications.
- Binanto, Iwan. 2010. *Multimedia Digital – Dasar Teori dan Pengembangannya* : Andi. Yogyakarta.
- Bower M., David G. 2013. *Augmented Reality In Education – Cases, Places, And Potentials* : IEEE 63rd Annual Conference International Council for Educational Media (ICEM)
- Candra, Lio. 2012. *Perancangan Aplikasi Interaksi Berbasis Teknologi Augmented Reality Pada Sampul Media Promosi Cetak* : Thesis STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- Domhan, Tobias. 2010. *Augmented Reality on Android Smartphone*. Dualen Hochschule Baden-Württemberg. Jerman.
- Edi Ag., Moch.Hariadi. 2010. *Augmented Reality Gedung Menggunakan Navigasi Marker Dengan Estimasi Jarak* : Program Studi Magister Teknik Elektro, Konsentrasi Teknologi Permainan Fakultas Teknologi Industri, ITS Surabaya.
- Jacko, Julie A., Andrew Sears. 2010. *Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises*. CRC Press.
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. 2010. *The 2010 Horizon Report: Australia – New Zealand Edition*. Austin, Texas: T. N. M. Consortium.
- Jorge M., Pena M. 2014. *Augmented Reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education* : Computers in Human Behavior, ELSEVIER.
- Milgram, Kishino. 1994. *Taxonomy of Mixed Reality Visual Display*. IEICE Transaction

- on Information and Systems. E77-D (12), pp. 1321-1329.
- Rizki, Hariadi, Christyowidiasmoro. 2012. *Markerless Augmented Reality Pada Perangkat Android. Jurnal Teknik Elektro.* Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya.
- Rujianato E, Dhanar I. 2014. *Pengembangan Media Pembelajaran Mengenal Organ Pencernaan Manusia Menggunakan Teknologi Augmented Reality.* Jurnal Buana Informatika, Volume 6, Nomor 2, April 2015: 153-162
- Perdana, Yusti M. 2012. *Aplikasi Augmented Reality Pembelajaran Organ Pernapasan Manusia Pada Smartphone Android.* Jurnal Teknik Informatika. Vol 1 September 2012.