

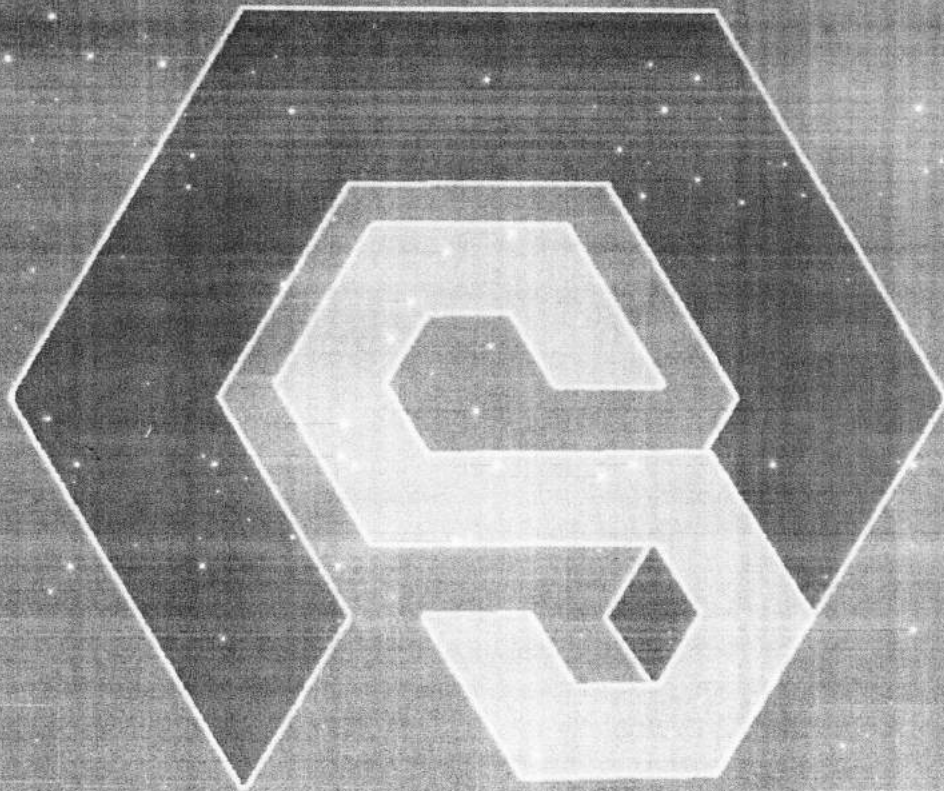


UNIVERSITAS
ATMA JAYA YOGYAKARTA

PROCEEDING SENTIKA 2015

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

<http://fti.uajy.ac.id/sentika>



28 Maret 2015

Auditorium Kampus 3, Gedung Bonaventura
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Program Studi Teknik Informatika bekerja sama dengan
Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta

PENGEMBANGAN APLIKASI MOBILE PENGENALAN AKSARA BALI KEDALAM HURUF LATIN DENGAN AUGMENTED REALITY

Pande Putu Gede Putra Pertama, Suyoto, dan Thomas Suselo

Program Studi Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari 43 Yogyakarta 55281, Telp. (0274) 48758

E-mail : putrapartama.st@gmail.com, suyoto@mail.uajy.ac.id, thomas@mail.uajy.ac.id

ABSTRAK

Kekayaan budaya yang sangat beranekaragam di Indonesia memiliki kelebihan tersendiri dalam hal tulisan masing daerah dikenal berbagai macam tulisan aksara daerah. Aksara Bali sering digunakan dalam upacara keagamaan dalam menulis perlengkapan upacara. Tulisan Bali memiliki keunikan dari segi bentuknya antara satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu perkembangan pada era modern dibutuhkan suatu media untuk memperkenalkan aksara Bali kepada masyarakat khususnya di Bali guna mempermudah dalam membaca.

Salah satu cara untuk melestarikan kebudayaan Bali khususnya dalam mempelajari aksara Bali adalah bagaimana mengajarkan generasi muda mulai dari sejak dini untuk mempelajari aksara Bali. Dalam pelestarian aksara Bali teknologi informasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan pada *smartphone* berbasis sistem operasi *android* untuk membantu dalam mengenal atau membaca aksara Bali dengan menggunakan font *Bali galang*.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi *Augmented Reality* maka diharapkan pengguna dapat membaca aksara Bali secara *virtual* dengan pola penanda *marker* perkata dengan font *Bali galang*. Perangkat lunak ini dibangun menggunakan dan memanfaatkan fitur-fitur dari layanan *library unity vuforia* untuk mendeteksi aksara Bali kedalam huruf latin. Pada pengembangan perangkat lunak memiliki tingkat keberhasilan dalam mengenali marker tulisan aksara Bali perkata menggunakan font *Bali galang*.

Kata Kunci: Aksara Bali, Font Bali Galang, Vuforia, Augmented Reality

1. PENDAHULUAN

Masing-masing kebudayaan yang dimiliki oleh beberapa daerah di Indonesia sangat beragam seperti pada tulisan daerah. Pada tulisan tersebut memiliki bentuk huruf yang sangat beragam dan memiliki keunikan tersendiri yang tidak dapat dipisahkan. Aksara Bali memiliki keunikan dari bentuknya yang hampir sama satu dengan yang lainnya, dan beberapa tulisan hanya dibedakan oleh satu guratan garis (Agung et al., 2009). Minat untuk membaca aksara Bali ataupun menulis pada saat ini sangat kurang dengan adanya kecenderungan untuk mengikuti perkembangan bahasa internasional. Aksara Bali sangat penting dalam menanamkan nilai kebudayaan bagi generasi muda sebagai generasi penerus. Aksara Bali sekarang sangat perlu dilestarikan karena banyak peninggalan nenek moyang berupa tulisan aksara Bali berupa karya sastra seperti *geguritan*, *kekawin*, *sloka*, *palawakya* dan *satua* yang dikemas dalam bentuk tulisan beraksara Bali.

Indonesia memiliki keanekaragaman suku, budaya, adat istiadat, agama, dan kesenian yang begitu beranekaragam. Kemajuan teknologi komputer dibidang sistem informasi, saat ini sangatlah pesat dikembangkan agar dapat melakukan sebuah proses pengenalan suatu pola bagaimana kemampuan manusia pada umumnya. Salah satu perkembangan dari kecerdasan buatan adalah pengenalan pola (*pattern recognition*), pengenalan pola tersebut merupakan suatu teknik yang bertujuan

untuk mengklasifikasikan citra yang telah diolah sebelumnya berdasarkan kemiripan ciri yang dimiliki oleh objek. Aplikasi yang banyak dikembangkan pada pengenalan pola meliputi pengenalan suara, pengenalan tulisan tangan, dan pengenalan wajah. Salah satu dari pengenalan pola yang umum yang dikenal orang adalah pengenalan tulisan. Tulisan memiliki sifat yang unik sehingga menghasilkan sebuah permasalahan baru yang menarik. Pengenalan karakter atau yang lebih dikenal dengan *character recognition* merupakan suatu teknik yang digunakan agar mesin komputer dapat mengenali tulisan atau karakter yang di-inputkan dalam sistem.

Perkembangan teknologi ponsel sangat berkembang pesat pada saat ini, berikut didukung dengan hadirnya berbagai ponsel dengan teknologi yang tinggi seperti *android* dan teknologi *Augmented Reality*. *Augmented Reality* merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan tiga dimensi kedalam sebuah lingkungan nyata dan memproyeksikan benda maya tersebut secara *real time*. Benda-benda maya menampilkan informasi berupa label maupun objek *virtual* yang hanya dapat dilihat dengan kamera ponsel maupun dengan perangkat komputer. Sistem pada *Augmented Reality* bekerja dengan menganalisa secara *real time* objek yang ditangkap dalam kamera.

Tujuan dari penelitian ini akan mengembangkan sistem pengembangan aplikasi

aksara Bali kedalam huruf latin dengan menggunakan perangkat *mobile* dengan baik. Dengan pengembangan ini diharapkan mampu membantu *user* untuk mengetahui tulisan karakter aksara Bali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait dengan pengembangan aplikasi *mobile* pengenalan aksara Bali ini bukan merupakan hal yang baru, melainkan penelitian tersebut sudah ada yang melakukan. Teknologi pengenalan pola mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Perkembangan teknologi yang sangat pesat juga sangat mendukung berkembangnya teknologi pengenalan pola ini secara *signifikan*. *Augmented Reality* dikenal sebagai teknologi *interaktif* yang mampu memproyeksikan objek maya ke dalam objek nyata secara *real time*. Perkembangan teknologi AR dewasa ini telah memberikan banyak kontribusi ke dalam berbagai bidang. Salah satu *implementasi* AR di bidang edukasi dan hiburan (Yudiantika et al., 2013) *Augmented Reality* juga merupakan teknik pengenalan pola sekaligus teknik penggabungan antara citra yang didapat dengan citra *virtual* (Lin et al., 2011). Teknologi *Augmented Reality* memungkinkan informasi *virtual* untuk ditambahkan pada lingkungan nyata pengguna (Zhu et al., 2008) dan dapat digunakan sebagai cara untuk melihat informasi objek yang ada didalamnya. Perkembangan teknologi *Augmented Reality* sudah sampai pada teknologi *mobile*. Dalam rangka untuk menjalankan aplikasi *Augmented Reality* pada perangkat *mobile*, pendekatan yang digunakan adalah untuk mengurangi algoritma komputasi yang mengurangi beban *central processing unit* (CPU) tetapi juga mengurangi kualitas jika dibandingkan dengan versi *desktop* (Klein & Murray, 2009).

Untuk membuat *Augmented Reality* pada *mobile device* berbasis *android*, membutuhkan dukungan *hardware* dan *tool* yang sesuai dengan kebutuhan. Dalam pembuatan *Augmented Reality* dengan *Android*, menggunakan *android tool* sebagai alat bantu dan *OpenGL* untuk pemodelannya dan *marker* untuk mengenali dan menampilkan objek (Tobias, 2010). Ada berbagai macam metode yang dapat digunakan untuk mengenali dan mendeteksi 9 objek, salah satunya dengan metode *markerless* pendeteksian titik atau pola pada *marker*. Metode yang tepat untuk mendeteksi objek nyata adalah metode *markerless* untuk mengenali objek (Warrington, 2011). Dalam *Android* digunakan teknik *computer vision* untuk metode pendekatan pendeteksian objek nyata (Olsson & Akesson, 2009).

Teknologi AR sangat potensial salah satu keuntungan yang dapat diperoleh dari aplikasi AR untuk tujuan edukasi yaitu meningkatkan pemahaman objek yang sedang dipelajari. AR lebih efektif sebagai media pembelajaran lainnya

dibandingkan dengan media yang lain seperti buku, video, maupun penggunaan komputer biasa (Radu, 2012). Salah satu objek kesenian tradisional di Indonesia yang dikembangkan dalam teknologi *Augmented Reality* adalah keris yang memiliki bentuk dan keindahan. Objek keris dapat akan dimodelkan secara 3 dimensi, lalu digabungkan dengan pola penanda. Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* maka diharapkan dapat menggabungkan objek keris secara *virtual* dengan pola pada media promosi (Wibowo, 2013). Begitu juga dengan pengenalan tulisan tangan aksara *Hanacaraka* sebagai salah satu kekayaan budaya Indonesia dapat dijadikan untuk objek dengan cara menerapkan salah satu metode pengenalan tulisan yang ada, diantaranya menggunakan metode jaringan saraf tiruan (*backpropagation*). Sebagai salah satu metode yang terbukti handal dan banyak digunakan untuk pengenalan karakter dan tulisan tangan (Winardi, 2012).

Aksara Bali merupakan tulisan yang dimiliki oleh agama Hindu, seiring dengan perkembangan jaman aksara Bali kurang diminati oleh kalangan muda, untuk itu kita perlu melestarikan kembali aksara Bali, salah satunya melalui media komputasi dalam hal ini disebut sebagai *optical character recognition* (OCR) (Budiarta, 2013). Berdasarkan atas bentuk dan fungsinya, aksara Bali dibagi atas dua jenis yakni aksara biasa dan aksara suci. Aksara biasa ini terdiri atas aksara *wreastra* dan *swalalita* (Sartini et al., 2013). Pengenalan karakter aksara Bali sudah beberap kali dilakukan tetapi dari penelitian-penelitian tersebut, belum ada yang menggunakan Metode pola busur terlokalisasi untuk pengenalan karakter, sedangkan seperti laporan beberapa hasil penelitian metode ini berhasil dengan baik digunakan untuk melakukan verifikasi tandatangan dan pengenalan tulisan tangan (Wirdiani, 2011).

3. LANDASAN TEORI

3.1 Aksara Bali

Bahasa Bali dapat ditulis dengan 2 (dua) jenis simbol yaitu dengan tulisan Bali dan tulisan Bali latin. Tulisan Bali erat hubungannya dengan pasang aksara Bali, dimana banyak digunakan dalam menulis lontar-lontar, *wariga*, *pipil* dan lain-lain. Sementara tulisan Bali latin banyak digunakan dalam menulis pidato, puisi, naskah drama, bahan bacaan siswa dan lain-lain (Tinggen, 1993). keputusan pasamuhan agung tersebut ejaan bahasa Bali dengan huruf latin itu disesuaikan dengan ejaan bahasa Indonesia.

- Ejaan itu dibuat sesederhana mungkin.
- Ejaan itu harus *fonetik*, artinya tepat atau mendekati ucapan yang sebenarnya.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka ditetapkan huruf-huruf yang dipakai untuk

menuliskan bahasa Bali dengan huruf latin sebagai tersebut di bawah ini:

- a. Aksara suara (vokal): a, e, i, u, e, o (enam buah, telah diubah *pepet* dan *taling* sama).
- b. Aksara wianjana (konsonan): h, n, c, r, k, g, t, m, ng, b, s, w, l, p, d, j, y, ny, (18 buah).

3.2 Android

Android merupakan sistem operasi untuk telepon selular yang berbasis *linux*. Android menyediakan *patform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam piranti bergerak. Awalnya google Inc membeli android Inc, pendatang baru yang membuat perangkat lunak untuk telepon selular. Kemudian untuk membentuk *android* dibentuklah open *handset alliance*, konsorsium dari 34 perusahaan perangkat keras, piranti lunak dan telekomunikasi termasuk google Inc, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile Dan Nvidia (Arifianto, 2011).

Android adalah kumpulan perangkat lunak yang ditujukan bagi perangkat bergerak mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi kunci. *Android Standard Development Kit (SDK)* menyediakan perlengkapan dan *Application Programming Interface (API)* yang diperlukan untuk mengembangkan aplikasi pada *platform Android* menggunakan bahasa pemrograman Java. *Android* dikembangkan oleh Google bersama *Open Handset Alliance (OHA)* yaitu aliansi perangkat selular terbuka yang terdiri dari 47 perusahaan *hardware*, *software* dan perusahaan telekomunikasi ditujukan untuk mengembangkan standar terbuka bagi perangkat seluler (Safaat, 2011).

3.3 Vuforia

Layanan *vuforia* dapat memberikan kemudahan dalam pengembangan teknologi *augmented reality* dan menyediakan layanan *augmented reality* secara "*Cloud Recognition*". Layanan *vuforia* menyediakan basis data untuk model 3D serta memiliki kemampuan mendeteksi penanda yang baik. Pada dasarnya *vuforia* adalah AR yang menggunakan penanda, dan tidak seperti teknologi *augmented reality* sebelumnya. *Vuforia* memungkinkan untuk membuat penanda berwarna-warni karena *vuforia* cukup mendeteksi tepi dan kontras sebagai titik fitur utama (Santoso & Gook, 2012). *Vuforia* menyediakan layanan ini secara gratis, dengan kuota maksimal 1000 pengguna dan 1000 akses aplikasi perhari.

3.4 SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

SIFT merupakan pengenalan pola objek dimana SIFT merupakan metode yang mengenali titik fitur yang ada pada suatu citra, untuk membantu memastikan dalam pencocokan titik fitur suatu objek

pada sudut pandang yang berbeda. Pendekatan ini mengubah sebuah gambar menjadi sebuah koleksi besar dari *vector* fitur lokal, yang masing-masing adalah *invariant* terhadap *translasi*, *scaling*, dan rotasi citra dan sebagian variasi perubahan pencahayaan dan proyeksi 3D (Lowe, 2004). SIFT mengubah sebuah gambar menjadi sebuah set besar kompak *descriptor*. Setiap *descriptor* secara resmi adalah *invariant* translasi rotasi dan pembesaran gambar. *Descriptor SIFT* juga terbukti baik untuk beberapa transformasi gambar, seperti perubahan sudut pandang, *noise*, blur, perubahan kontras. Algoritma sebagaimana umumnya dipahami, terdiri dari dua oprasi yang secara berurutan yaitu deteksi poin (*keypoints*) dan ekstraksi *descriptor* pada masing-masing *keypoints* (Otero & Delbracio, 2013).

3.5 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) merupakan sebuah istilah untuk lingkungan yang membangun dunia nyata dan dunia maya serta dibuat oleh komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis. *Augmented Reality* sebagai sistem yang memiliki karakteristik sebagai berikut (Azuma, 1997) :

1. Menggabungan lingkungan nyata dan maya.
2. Berjalan Secara *Interaktif* dalam waktu nyata.
3. *Integrasi* dalam tiga dimensi (3D).

Secara sederhana *augmented reality* bisa didefinisikan sebagai lingkungan nyata yang ditambah dengan objek maya. Penggabungan objek nyata dan maya dimungkinkan dengan teknologi *display* yang sesuai, interaktivitas dimungkinkan melalui perangkat-perangkat input tertentu (Putra, 2012). *Augmented Reality* banyak digunakan dalam bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur dan juga telah diaplikasikan dalam perangkat-perangkat yang digunakan orang banyak, seperti pada *smartphone* (Haller & Thomas, 2010).

4. METODOLOGI PENELITIAN

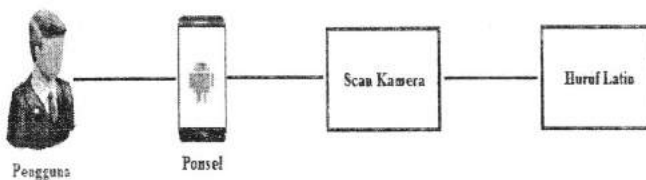
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Waterfall*, adapun tahapan-tahapan metode *waterfall* adalah sebagai berikut:

- a. Perekayasaan Sistem / Informasi
- b. Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak
Analisis dilakukan dengan menganalisis data dan informasi yang diperoleh sehingga dapat dijadikan bahan pengembangan perangkat lunak.
- c. Desain
Perancangan dilakukan untuk mendapatkan deskripsi arsitektural perangkat lunak, deskripsi antarmuka, deskripsi data, dan deskripsi prosedural.

- d. Implementasi
Implementasi dilakukan dengan pengenalan aksara bali kedalam bahasa latin.
- e. Testing
Pengujian dilakukan untuk menguji fungsionalitas perangkat lunak.

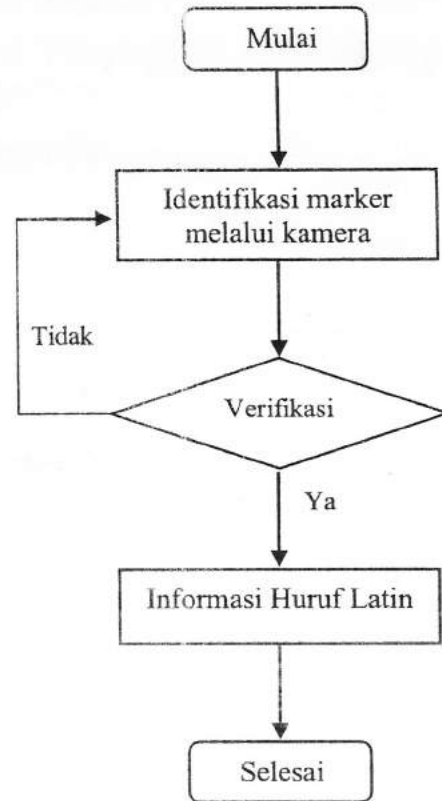
4.1 Konsep Dasar Sistem

Struktur dasar dari sistem ini adalah memudahkan pengguna untuk mengetahui tulisan khususnya aksara Bali kedalam huruf latin, dimana sistem ini menggunakan *smartphone* dengan sistem operasi *android* dan menggunakan fitur *vuforia* untuk mendeteksi objek *marker*. Penggunaan aplikasi yaitu pengguna membuka aplikasi dan mengarahkan kamera pada tulisan aksara bali. Berikut pada gambar 1 merupakan Arsitektur sistem yang dibangun.



Gambar 1. Arsitektur Sistem AR Aksara Bali

Berdasarkan konsep yang sudah dijelaskan sebelumnya maka hasilnya didapat digambarkan dalam bentuk *flowchart*. Diketahui dimana pengguna memiliki peran sebagai pengontrol jalannya aplikasi, Dalam aplikasi ini pengguna akan melakukan *scan* marker sekaligus mendefinisikan dalam sistem pada tahap implementasi program. Berikut pada gambar 2 *flowchart*.



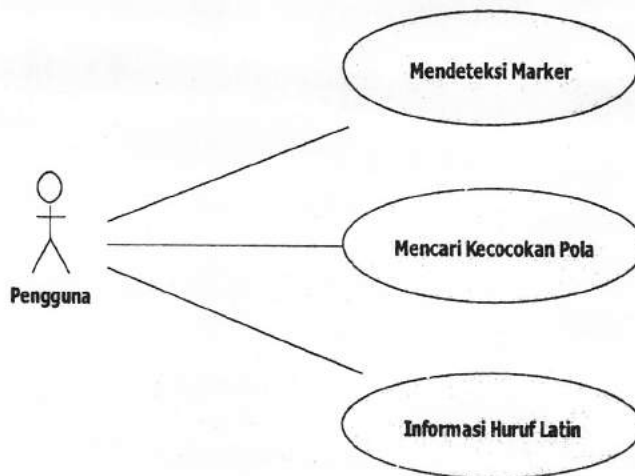
Gambar 2. Flowchart AR Aksara Bali

4.2 PERANCANGAN OBJEK

Perancangan berbasis objek merupakan tahapan yang dilakukan setelah tahapan analisa. Perancangan berbasis objek menggunakan *Unified Modelling Language (UML)*.

a. Use case Diagram

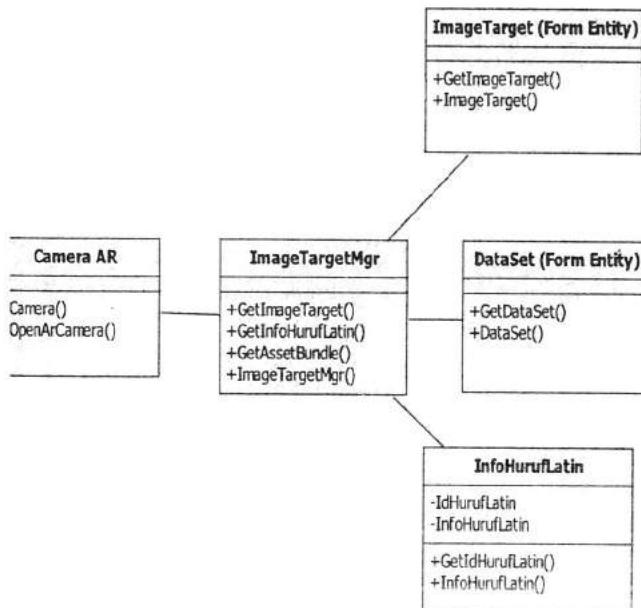
Use case diagram merupakan hasil terjemahan dari analisa untuk memodelkan kebutuhan dari pengembangan sistem yang akan dibangun. Proses pada *use case* diagram ini merupakan hasil terjemahan dari fase analisa sekanrio yang terdiri dari aktor pengguna yang melakukan semua proses pada sistem. Berikut pada gambar 3 merupakan *use case* diagram AR aksara Bali.



Gambar 3. Use Case Diagram AR Aksara Bali

b. Class diagram

Class diagram menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. Di dalam suatu kelas terdapat atribut dan metode/operasi. Atribut merupakan variabel yang dimiliki oleh suatu kelas, sedangkan operasi atau metode merupakan fungsi-fungsi yang dimiliki oleh suatu kelas. Berikut pada gambar 4 merupakan class diagram AR aksara Bali.



Gambar 4. Class Diagram AR Aksara Bali

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

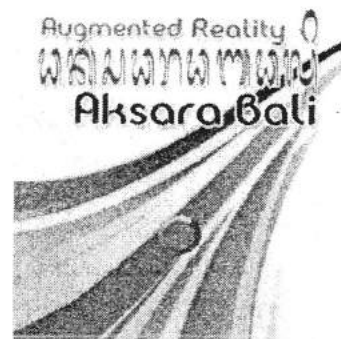
Berdasarkan rancangan dan pembahasan sebelumnya maka secara umum dapat dilakukan dengan menggunakan *vuforia API class* untuk target image marker yang akan di tampilkan pada gambar 5 sebagai berikut.

```

CreateVirtualButton(string name, RectangleData area) ImageTarget
DestroyVirtualButton(VirtualButton vb) ImageTarget
GetSize() ImageTarget
GetVirtualButtonByName(string name) ImageTarget
GetVirtualButtons() ImageTarget
ID Trackable
ImageTargetType ImageTarget
Name Trackable
SetSize(Vector2 size) ImageTarget
StartExtendedTracking() ExtendedTrackable
StopExtendedTracking() ExtendedTrackable
  
```

Gambar 5. Vuforia API (Sumber : Qualcomm, 2014)

Dalam penelitian ini berjalan pada perangkat *smartphone* dengan sistem operasi android. Antarmuka awal merupakan antarmuka *splashscreen* ketika *user* membuka aplikasi dan akan menampilkan kamera untuk melakukan deteksi pada aksara Bali. Ketika aplikasi dijalankan maka aplikasi akan menjalankan fungsi dan inisialisasi *library unity*. Gambar 6 menunjukkan antarmuka *splash screen* pada *Augmented Reality* aksara Bali.



Gambar 6. Antarmuka Splash Screen AR Aksara Bali

Berikut adalah antarmuka ini menampilkan menu dari aplikasi *Augmented Reality* aksara Bali, yang terdiri dari pilihan menu yaitu *scan marker* dan

about app. Berikut pada gambar 7 menunjukkan antarmuka menu pada aplikasi *Augmented Reality* aksara Bali.



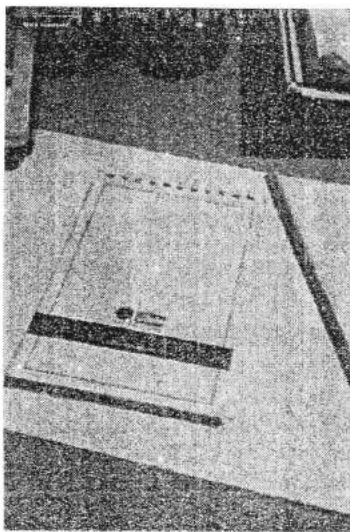
Scan Marker



About App

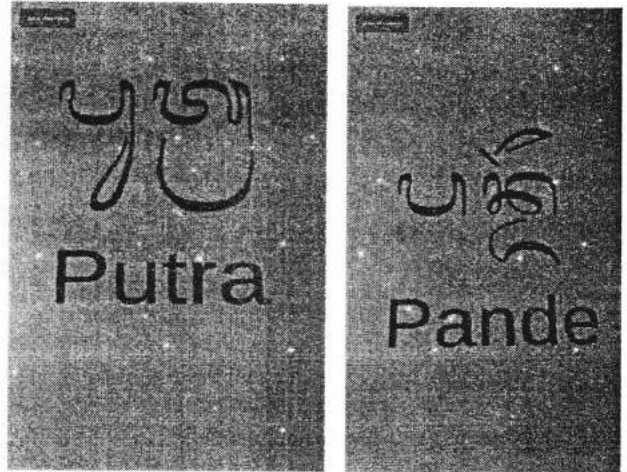
Gambar 7. Antarmuka Menu AR Aksara Bali

Pada antarmuka *scan marker* merupakan rancangan utama dari *Augmented Reality* aksara Bali untuk melakukan *scan* objek yang sudah disediakan. Pada antarmuka ini disediakan dalam bentuk *horizontal* dan *vertical*, agar objek yang dipindai lebih luas dan sesuai dengan selera user. Pada gambar berikut menunjukkan implementasi antarmuka dari *scan marker*. Gambar 8 menunjukkan antarmuka *scan marker* pada *Augmented Reality* aksara Bali.



Gambar 8. Antarmuka Scan Marker AR Aksara Bali

Pada antarmuka dibawah ini merupakan antarmuka untuk menampilkan hasil dari pengembangan aplikasi *Augmented Reality* aksara Bali kedalam huruf latin. Penggunaan aplikasi aksara Bali pengguna hanya mengarahkan *scan marker* ke aksara Bali dan nantinya aplikasi akan memberikan informasi hasil *scan* berupa huruf latin. Berikut gambar pada *scan marker* Aksara Bali. Gambar 9 menunjukkan hasil informasi huruf latin pada *Augmented Reality* aksara Bali.



Gambar 9. Antarmuka Informasi Huruf Latin AR Aksara Bali

Berdasarkan hasil dari pengembangan aplikasi *mobile* pengenalan aksara Bali kedalam huruf latin dengan *Augmented Reality*, maka didapat tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi marker aksara Bali galang perkata dengan tingkat kesuksesan 100%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dalam pengembangan aplikasi *mobile* pengenalan aksara Bali kedalam huruf latin dengan *Augmented Reality* dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Pengenalan aksara Bali telah berhasil dibangun dengan menggunakan objek marker font *Bali galang*.
2. *Marker* yang digunakan perkata dari font *Bali galang*.
3. *Vuforia* mampu melakukan pendeteksian tepi pada aksara Bali.
4. Hasil pengujian yang diperoleh dalam pengenalan angka aksara Bali kedalam huruf latin dengan *Augmented Reality* pada *smartphone* berbasis sistem operasi android sebesar 100%.

Ada beberapa saran dari penulis untuk penelitian ini adalah :

1. Kosa kata aksara Bali bisa lebih diperbanyak
2. Untuk pendeteksian *marker* bisa membaca tulisan tangan aksara Bali langsung dari *user*.
3. Bisa menggabungkan *Augmented Reality* dengan metode yang ada pada *image processing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, BW, Hermanto. G. R, Retno, N.D., 2009. *Pengenalan Huruf Bali dengan Menggunakan metode Modified Direction Feature (MDF) dan Learning Vector Quantization (LVQ)*. Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2009; Bali, November 14, KNS&I09-002.
- Azuma, R. T., 1997. *A Survey of augmented reality, presence: Teleoperators And Virtual Environments*, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385.
- Arifianto, Teguh, 2011, *Membuat Interface Aplikasi Android Lebih Keren Dengan LWUIT*, Andi, Yogyakarta.
- Budiarta Komang., 2013. *Implementasi Metode Intensity Filtering Pada Noise Reduction Lontar Aksara Bali*, Penelitian Internal STMIK STIKOM Bali.
- Haller, M., Billinghurst, M, Thomas, B. H., 2010. *Emerging Technologies Of Augmented Reality : Interfaces And Design*, Idea Group Publishing, p. 51, Pennsylvania.
- Klein, G. & Murry, D., 2009. *Parallel tracking and mapping on a camera phone*. ISMAR'09: Proceeding of the 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp.83-86.
- Lowe, D.G., 2004. *Object Recognition from Local Scale-Invariant Features*. Computer Science Department, University of British Columbia.
- Lin, H.-C.K. et al., 2011. *Establishment and Usability Evaluation of an Interactive AR Learning System on Conservation of Fish*. TOJET: the Turkish Online Journal of Educational Technology, Volume 10(Issue 4).
- Olsson., Sebastian, Akesson., Philips., 2009. *Distributed Mobile Computer Vision And Applications On The Android Platform*, Thesis Faculty of Engineering Centre for Mathematical Sciences Lund University.
- Otero, I.R. & Delbracio, M., 2013. *The Anatomy of the SIFT Method*. Image Processing On Line, (2105-1232).
- Putra, A.N.Y., 2012. *Pembangunan Aplikasi Augmented Reality Wisata Budaya Yogyakarta Berbasis Lokasi Pada Android*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Qualcomm, Vuforia Developer Portal. 20 Desember 2014. <https://developer.vuforia.com/resources/api/unity/index>.
- Radu, I., 2012. *Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality*. Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2012. IEEE International Symposium (pp. 313-314). IEEE.
- Santoso, M., Gook, L.B., 2012. *ARkanoid: Development of 3D Game and Handheld Augmented Reality*. Visual Content Department, Dongseo University, South Korea.
- Sartini. M., Kasiman., Darmawiguna., 2013. *Pengembangan Text to Digital Image Converter Untuk Dokumen Aksara Bali*, Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI), ISSN 2089-8673 Volume 2, Nomor 1.
- Safaat, Nazruddin., 2011. *Android :Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*, Informatika, Bandung.
- Tobias., Domhan., 2010. *Augmented Reality on Android Smartphone*, des Studiengangs Informations technik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart.
- Tinggen, I.,N., 1993. *Pedoman Perubahan Ejaan Bahasa Bali dengan Huruf Latin dan Huruf Bali*. Singaraja:UD.Rikha.
- Wibowo, A., 2013. *Analisa Pengenalan Pola Augmented Reality Cloud-Recognition Pada Visualisasi Keris 3D*. Tesis Program Studi Magister Teknik Informatika. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Winardi, S., 2012. *Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Hanacaraka Berbasis Multimedia*. Tesis Program Studi Magister Teknik Informatika. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Wirdiani Ayu., 2011. *Pembentukan Pola Khusus Untuk Ekstraksi Ciri Pada Sistem Pengenalan Aksara Bali Cetak*, Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- Warrington., Christoper.,R., 2011. *Markerless Augmented Reality for Panoramic Sequences*, School of Information Technology and Engineering Faculty of Engineering University of Ottawa Canada.
- Yudiantika, A.R., Pasinggi, E.S., Sari, I.P., Hartono, B.S., 2013. *Implementasi Augmented Reality Di Museum : Studi Awal Perancangan Aplikasi Edukasi Untuk Pengunjung Museum*. Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (KNASTIK), Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.

Zhu, W., Owen, C.B., Li, H. & Lee, J.-H., 2008.
*Design of the PromoPAD: an automated
Augmented Reality Shopping Assistant.*
Journal of Organizational and End User
Computing, Volume20(Issue3).