



AUGMENTED REALITY BOOK

PENGENALAN KONSEP DAN PERLENGKAPAN SUBAK

I Gede Merta¹, Padma Nyoman Crisnapati²

I Made Gede Sunarya³, I Gede Mahendra Darmawiguna⁴,

Jurusan Pendidikan Teknik Informatika

Universitas Pendidikan Ganesha

Singaraja, Bali

E-mail: igm059@hotmail.com¹, crisnapati@yahoo.com², imadegedesunarya@gmail.com³,
igd.mahendra.d@gmail.com⁴,

Abstrak—Subak merupakan salah satu aset kelembagaan tradisional yang terbukti efektif untuk menyangga pembangunan pertanian dan pedesaan di Bali. Berkat berbagai keunikannya, organisasi *socio-agraris-religius* ini mampu menjadi salah satu daya tarik bagi wisatawan untuk berkunjung ke Bali. Tidak hanya wisatawan, para pakar pembangunan pertanian dan pedesaan; kalangan ahli ilmu sosial dan antropologi; serta para pemerhati masalah teknis keirigasian juga tidak ketinggalan untuk menjadikan Subak sebagai objek riset mereka. Citra positif Subak semakin meningkat setelah UNESCO menetapkannya sebagai warisan budaya dunia. Namun demikian, generasi muda Bali sendiri tampak masih antipati terhadap kelestarian Subak. Kondisi demikianlah yang selanjutnya menjadi cikal bakal lahirnya penelitian ini yang tujuannya adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah buku pengenalan konsep dan perlengkapan subak yang dipadukan dengan teknologi *augmented reality*.

Penelitian yang memadukan teknologi dalam kerangka pelestarian budaya ini berpedoman pada metode penelitian dan pengembangan. Sementara itu, Aplikasi *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak yang dihasilkan dari penelitian ini dikembangkan dengan model *waterfall*. Adapun tools yang digunakan antara lain Blender, Vuforia, dan Unity 3D.

Keluaran dari penelitian ini berupa buku dan aplikasi android. Aplikasi android inilah yang akan menampilkan objek 3D konsep dan perlengkapan Subak disertai suara narasi penjelasan dalam Bahasa Inggris

sebagai fitur tambahan yang membedakan buku ini dengan buku konvensional lainnya. Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi ini hanya bisa dijalankan pada perangkat *mobile* yang mengusung sistem operasi android versi 2.2 ke atas. Seluruh fitur tambahan seperti tombol navigasi dan audio narasi penjelasan berjalan sebagaimana mestinya pada seluruh perangkat *mobile* yang digunakan dalam pengujian.

Kata Kunci: Subak, *Augmented Reality Book*, Blender, Unity 3D, *library* Vuforia, android, model *waterfall*, UNESCO, warisan budaya dunia, pertanian, irigasi.

Abstract—Subak is one of the traditional institutional asset which proved to be effective to support agriculture and rural development in Bali. As its uniqueness, this socio-agrarian-religious organizations is able to attract the tourists to visit Bali. Not only tourists, the experts of agriculture and rural development; social and anthropology scientists; as well as the observer of technical irrigation also not miss to make Subak as their research object. The positive image of Subak is getting increased after it crowned as a world cultural heritage by UNESCO on June 29, 2012. Nevertheless, the younger generation of Bali seemed still antipathy towards sustainability of Subak. That circumstance was trigger the birth of this study that aimed to design and implement the application of introduction to the concept and equipments of Subak by utilizing augmented reality technology.

The research that combines technology into the framework of cultural preservation like this is using research and development method.

Meanwhile, the application of introduction to the concept and equipments of Subak that generated from this study was developed with the waterfall model. There are some tools that utilized to develop this application, such as Blender, Vuforia and Unity 3D.

The output of this research are a book and an android application. This android application will help us to display the 3D objects of the concept and equipments of Subak followed by the narration audio in English as an additional feature that distinguishes this book with other conventional books. Based on the test results, this application will only well-running on mobile devices that carry the Android operating system at least version 2.2. The entire additional features such as navigation buttons and narration audio run properly on all mobile devices that are used in the testing.

Keyword: *Subak, Augmented Reality Book, Blender, Unity 3D, library Vuforia, android, waterfall model 1, UNESCO, world cultural heritage, agricultural, irrigation.*

I. PENDAHULUAN

Subak merupakan persekutuan hukum (adat) yang terbentuk karena adanya persamaan kepentingan di bidang pengairan untuk keperluan pertanian. Kedudukan subak sebagai persekutuan hukum dipertegas oleh pernyataan yang tertuang dalam Perda Bali No.02/DPRD/1972 yang menyatakan bahwa Subak adalah masyarakat hukum adat di Bali yang bersifat *sosio-agraris-religius* yang secara historis didirikan sejak dahulukala dan berkembang terus sebagai organisasi penguasa tanah dalam bidang pengaturan air dan lain-lain untuk persawahan dari suatu sumber air di dalam suatu daerah. Subak memiliki lima ciri khas yang membedakannya dengan dengan organisasi sejenis lain yaitu: (1) subak merupakan organisasi petani pengelola air irigasi untuk anggota-anggotanya yang memiliki pengurus dan peraturan organisasi (*awig-awig*) baik tertulis maupun tidak tertulis; (2) subak mempunyai suatu sumber air bersama, berupa bendung (*empelan*) di sungai, mata air, air tanah dan lain-lain; (3) subak mempunyai suatu areal persawahan; (4) subak mempunyai otonomi baik internal maupun eksternal; dan (5) subak mempunyai satu atau

lebih Pura Bedugul atau pura lainnya yang berhubungan dengan persubakan.[1]

Berbagai keunikan dan karakter khusus itulah yang kemudian mampu menjadi daya tarik tersendiri bagi para wisatawan, bahkan bisa dikatakan bahwa subak merupakan salah satu alasan penting mengapa wisatawan ingin berkunjung ke Bali, disamping karena keindahan panorama alam dan kebudayaan masyarakat Bali. Selain wisatawan, subak juga telah berhasil menyita perhatian kalangan pakar pembangunan pertanian dan pedesaan, kalangan ahli-ahli ilmu sosial dan antropologi serta para pemerhati masalah teknis keirigasian (*irrigation engineering*). Berbagai hasil kajian tentang subak pun kemudian bermunculan baik yang merupakan karya peneliti asing maupun peneliti dari dalam negeri.

Citra positif tentang Subak terus mengalami peningkatan seiring dengan adanya pengakuan dari badan khusus PBB yaitu UNESCO (*United Nations Educational, Science, and Cultural Organization*). Tepat pada tanggal 29 Juni 2012 UNESCO menetapkan Subak sebagai salah satu warisan budaya dunia melalui sidang umum yang digelar di Saint Petersburg, Rusia. Penetapan tersebut merefleksikan pengakuan dunia terhadap nilai luar biasa dan universal subak sehingga dunia turut melindunginya [2]. Akan tetapi pengakuan yang telah diperjuangkan selama duabelas tahun lamanya (2000-2012) ini tidak serta merta meningkatkan kesadaran masyarakat Bali akan kelestarian subak, utamanya dari kalangan generasi muda. Sebagian besar generasi muda Bali tampak demikian antipati terhadap kelestarian subak [3]. Kebanggaan yang begitu besar memang ditunjukkan oleh seluruh elemen masyarakat Bali terhadap subak atas penetapannya sebagai warisan budaya dunia oleh UNESCO, namun sayang kebanggaan tersebut belum terimplementasi secara optimal dalam bentuk usaha nyata pelestarian subak.

Selama ini usaha pelestarian subak yang pernah dilaksanakan oleh pemerintah cenderung bersifat konvensional, yaitu hanya berorientasi pada fisik subak seperti pemberian dana bantuan untuk perbaikan infrastruktur. Aspek yang tidak kalah pentingnya yang sering diabaikan dalam usaha pelestarian subak misalnya pemberian edukasi kepada masyarakat utamanya generasi muda tentang nilai-nilai luhur subak yang patut dijaga kelestariannya. Aspek inilah yang kedepan

harus turut digalakkan oleh pemerintah, terlebih lagi saat ini telah berkembang berbagai metode edukasi baru yang semakin kreatif dan inovatif salah satunya dengan mengintegrasikan teknologi *Augmented Reality*, yaitu sebuah teknologi visual yang menggabungkan objek atau dunia virtual ke dalam tampilan dunia nyata secara *real time* yang dapat dijalankan pada perangkat *smartphone* atau tablet yang berbasis Android dan iOS [4].

Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* dalam kerangka pelestarian budaya sebelumnya telah sukses dikembangkan oleh Jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha dalam bentuk *Augmented Reality Book*, yaitu sebuah buku yang terintegrasi dengan teknologi *Augmented Reality* yang dapat menampilkan objek tiga dimensi (3D), teks, dan suara sehingga buku tersebut terkesan lebih menarik dan interaktif. *Augmented Reality Book* yang berhasil dikembangkan tersebut diantaranya (1) *Augmented Reality Book* Pengenalan Barong Bali yang dikembangkan oleh Gede Sukra Ardipa; (2) *Augmented Reality Book* Pengenalan Topeng Bali Klasik yang dikembangkan oleh Made Lanang Nugraha; dan (3) *Augmented Reality Book* Pengenalan Jenis-Jenis *Petulangan* yang dikembangkan oleh Agus Nyoman Reditya Ary Prasetya.

Sejalan dengan hal itu, sebuah studi yang pernah dilakukan oleh perusahaan Opera menunjukkan bahwa jumlah pengguna *smartphone* Android di Indonesia hingga bulan Mei 2013 tercatat naik hingga 189 persen jika dibandingkan dengan angka di bulan yang sama pada tahun sebelumnya. Jika ditinjau dari segi usia, pengguna *smartphone* di Indonesia hampir seluruhnya berasal dari kalangan usia produktif yaitu 40 persen berusia antara 25 sampai 34 tahun dan 34 persen berusia antara 18 sampai 24 tahun [5]. Data ini mengindikasikan bahwa edukasi tentang pelestarian budaya relatif relevan dilakukan dengan menggandeng teknologi *Augmented Reality* khususnya yang dijalankan pada *platform* Android, sehingga pemberian edukasi menjadi efektif dan efisien.

Berdasarkan paparan permasalahan di atas, peneliti tertarik untuk merancang dan mengembangkan sebuah buku yang dipadukan dengan teknologi *augmented reality* sebagai media untuk memperkenalkan konsep dan perlengkapan subak kepada masyarakat luas.

II. KAJIAN TEORI

A. Subak

Subak sebagai sebuah pranata sosial menurut Sarad (dalam Oka Sunaryasa, 2002) didefinisikan sebagai salah satu wujud budaya baik ditinjau dari gagasannya yang tertuang dalam dalam *awig-awig* subak, baik dilihat dari aktivitas atau kegiatannya mulai dari mengolah tanah pertanian, sampai padi dipanen, serta serentetan upacara dalam konteks ritual, maupun dilihat dari wujud fisiknya yang berupa petak-petak sawah bendungan, terasering, saluran irigasi, ataupun tempat-tempat suci menyebabkan peran subak mampu untuk menjaga keseimbangan lingkungannya [6].

Secara faktual, tahun 1071 M telah dikenal adanya subak di Bali sesuai dengan isi dari prasasti Pandak Badung yang berangka tahun 1071 M. Pada prasasti tersebut untuk pertama kalinya dijumpai kata *kasuwakan* yang sekarang menjadi *kasuwakan* atau *subak*. Juga dalam prasasti Klungkung yang berangka tahun 1072 M termuat kata *kasuwakan rawas* yang artinya “Kasubakan atau Subak Rawas” [7].

Fungsi dan tugas subak menurut Pitana (1997) secara umum diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar yaitu fungsi/tugas internal dan eksternal. Secara eksternal, subak mempunyai fungsi dan peranan yang sangat penting dalam pembangunan pertanian dan pedesaan seperti intensifikasi pertanian lewat program Bimas, Insus, Supra Insus, Insus Paket D, dan lain sebagainya serta berperan penting dalam menunjang pembangunan Koperasi Unit Desa (KUD). Peranan subak sangat nyata dalam pencapaian swasembada pangan. Sedangkan secara internal, subak mempunyai peranan, tugas, dan fungsi yang sangat penting dan mutlak bagi keidupan organisasi subak itu sendiri, maupun kehidupan anggotanya dalam hubungannya dengan pertanian.

Sebagai sebuah sistem irigasi, subak mempunyai fasilitas fisik yang mirip dengan fasilitas irigasi yang dimiliki oleh sistem irigasi lain. Secara umum *prototype* sistem subak antara lain terdiri atas *empelan*/bendung dam yang berfungsi sebagai bangunan pengambilan air dari sumbernya (umumnya sungai), *aungan* (terowongan), *telabah* (saluran pembawa), *tembuku aya* (bangunan bagi primer), *telabah gede* (saluran sekunder), *tembuku gede* (bangunan bagi sekunder), saluran tersier, *tembuku pemaron*

(bangunan bagi tersier). Umumnya subak mempunyai saluran pembuangan khusus yang merupakan saluran pembuangan air dari satu petak sawah kembali ke saluran irigasi dan selanjutnya disalurkan kembali menuju sungai. Disamping fasilitas yang secara langsung digunakan untuk kepentingan irigasi, subak juga mempunyai fasilitas lain yang dinilai sangat penting, yaitu fasilitas upacara keagamaan berupa Pura Subak pada berbagai tingkat. Pura Subak yang paling umum adalah Pura Bedugul.

Dalam pengelolaan air irigasi dan lahannya, *krama* subak memerlukan berbagai perlengkapan pendukung yang secara garis besar diklasifikasikan menjadi sepuluh kelompok besar yaitu (1) perlengkapan penyiapan lahan; (2) perlengkapan pembangunan jaringan irigasi; (3) perlengkapan untuk persiapan turun ke sawah; (4) perlengkapan pengolahan tanah atau *memakal* dan *ngelampit*; (5) perlengkapan penanaman atau *pewinihan*; (6) perlengkapan pemeliharaan tanaman; (7) perlengkapan perikanan; dan (8) perlengkapan panen.

B. Vuforia

Vuforia adalah sebuah *Software Development Kit (SDK)* yang disediakan oleh Qualcomm untuk membantu para developer dalam mengembangkan aplikasi-aplikasi *Augmented Reality (AR)* pada *mobile phone* (iOS dan Android). Vuforia berperan sebagai *library* yang digunakan sebagai pendukung adanya *Augmented Reality* pada Android. Vuforia menganalisa gambar dengan menggunakan pendeteksi *marker* dan menghasilkan informasi 3D dari *marker* yang sudah dideteksi via API. Programmer juga dapat menggunakannya untuk membangun objek 3D virtual pada kamera (Fathoni et.al., 2012). Vuforia mempunyai banyak fitur dan kemampuan yang dapat membantu developer untuk mewujudkan pemikiran mereka tanpa adanya batas secara teknikal. Dengan support untuk iOS, Android, dan Unity3D, *platform* Vuforia mendukung para developer untuk mengembangkan aplikasi yang dapat digunakan di hampir seluruh jenis *smartphone* dan *tablet*. Vuforia telah sukses dipakai di beberapa aplikasi-aplikasi mobile salah satunya yaitu James May's Science Stories yang dikembangkan oleh International Celebrity Networks.

Vuforia juga memungkinkan *developer* untuk merancang dan membuat aplikasi yang

mempunyai berbagai kemampuan antara lain: (1) teknologi *computer vision* tingkat tinggi yang mengijinkan *developer* untuk membuat efek khusus pada *mobile Service*; (2) terus menerus mengenali *multiple image*; (3) *tracking* dan *detection* tingkat lanjut; dan (4) solusi pengaturan *database* gambar yang fleksibel.

C. Unity 3D

Unity 3D merupakan sebuah tools yang terintegrasi untuk membuat bentuk obyek 3 dimensi pada video games atau untuk konteks interaktif lain seperti Visualisasi Arsitektur atau animasi 3D real-time. Lingkungan dari pengembangan Unity 3D berjalan pada Microsoft Windows dan Mac Os X, serta aplikasi yang dibuat oleh Unity 3D dapat berjalan pada Windows, Mac, Xbox 360, Playstation 3, Wii, iPad, iPhone dan tidak ketinggalan pada platform Android. Unity juga dapat membuat game berbasis browser yang menggunakan Unity web player plugin, yang dapat bekerja pada Mac dan Windows, tapi tidak pada Linux. Web player yang dihasilkan juga digunakan untuk pengembangan pada widgets Mac.

Adapun fitur-fitur yang dimiliki oleh Unity 3D antara lain sebagai berikut.

- Integrated development environment (IDE)* atau lingkungan pengembangan terpadu.
- Penyebaran hasil aplikasi pada banyak *platform*.
- Engine* grafis menggunakan Direct3D (Windows), OpenGL (Mac, Windows), OpenGL ES (iOS), dan proprietary API (Wii).
- Game Scripting* melalui *Mono. Scripting* yang dibangun pada *Mono*, implementasi *open source* dari NET *Framework*. Selain itu pemrograman dapat menggunakan *UnityScript* (bahasa kustom dengan sintaks *JavaScript-inspired*), bahasa C# atau Boo (yang memiliki sintaks *Python-inspired*).

III. METODELOGI

A. Analisis Masalah dan Usulan Solusi

Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Book Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak ini menggunakan proses SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan model *waterfall* yaitu model yang bersifat sistematis dan berurutan dalam membangun perangkat lunak, mulai dari tahap analisis, desain, implementasi, *testing*, *operation*, dan

maintenance. Dimana tahap pertama yang dilakukan adalah analisis masalah dan solusi yang merupakan bagian dari *requirements analysis and definition* (analisis kebutuhan dan definisi) pada model tersebut.

Pada tahap analisis masalah, penulis melakukan penelitian dan pencarian informasi terkait konsep dan perlengkapan subak. Penulis menemukan bahwa Subak memiliki lima ciri khas yang membedakan dirinya dengan dengan organisasi sejenis yang lain. Kelima ciri yang dimaksud yaitu: (1) subak merupakan organisasi petani pengelola air irigasi untuk anggota-anggotanya yang memiliki pengurus dan peraturan organisasi (*awig-awig*) baik tertulis maupun tidak tertulis; (2) subak mempunyai suatu sumber air bersama, berupa bendung (*empelan*) di sungai, mata air, air tanah ataupun saluran utama suatu sistem irigasi; (3) subak mempunyai suatu areal persawahan; (4) subak mempunyai otonomi baik internal maupun eksternal; dan (5) subak mempunyai satu atau lebih Pura Bedugul atau pura lainnya yang berhubungan dengan persubakan. Sebagai organisasi pengelola lahan dan sistem irigasi, *krama subak* sendiri memerlukan berbagai perlengkapan kerja.

B. Analisis Perangkat Lunak

Pada tahap kedua yaitu analisis perangkat lunak yang pada model *waterfall* masuk kedalam bagian dari *System and software design* (sistem dan desain perangkat lunak).

1) Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan dibangun adalah aplikasi menggunakan teknologi *Augmented Reality* berbasis android dengan menggunakan buku sebagai media pendukung penggunaan aplikasi ini. Buku dengan teknologi AR ini secara garis besar berisikan tentang gambar dari *landscape* dan perlengkapan subak yang difungsikan sebagai penanda (*marker*) dan penjelasan mengenai bangunan tersebut. *Marker* akan menampilkan objek 3D yang telah dibuat sesuai dengan isi buku. Buku berbasis AR ini menjelaskan tentang konsep dan perlengkapan subak.

2) Tujuan Pengembangan Perangkat Lunak

Tujuan dari pengembangan perangkat lunak ini adalah mengembangkan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan objek 3D *landscape* dan

perlengkapan subak, tepat ketika kamera *smartphone* diarahkan pada gambar yang juga sekaligus sebagai penanda (*marker*).

3) Masukan dan Keluaran Perangkat Lunak

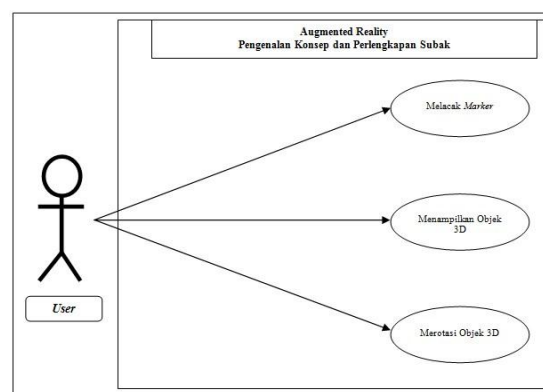
- Masukan: *marker* atau penanda yang ditampilkan pada buku dan gambar. Hasil tangkapan kamera mencari *marker* berupa *frame* yang akan diidentifikasi oleh aplikasi.
- Keluaran: objek 3D *landscape* dan perlengkapan subak yang dihasilkan dari hasil pencocokan *marker* dan suara narasi penjelasan mengenai konsep dan perlengkapan subak.

4) Model Fungsional Perangkat Lunak

Dalam pengembangan aplikasi ini, peneliti menggunakan dua macam diagram yaitu *use-case diagram* dan *activity diagram*.

a. Use Case Diagram

Use case diagram menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Sebuah *use case* merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. Seorang/sebuah aktor adalah sebuah entitas manusia atau mesin yang berinteraksi dengan sistem untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu [8].

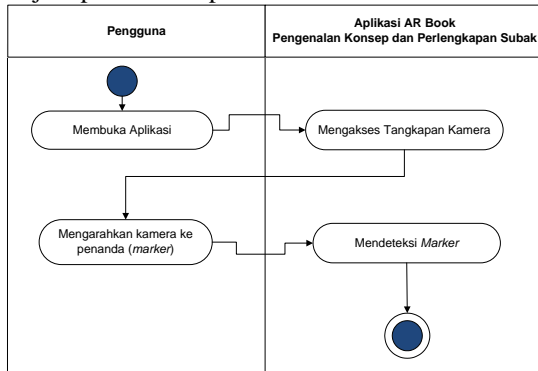


Gambar 1 *Use Case Diagram*

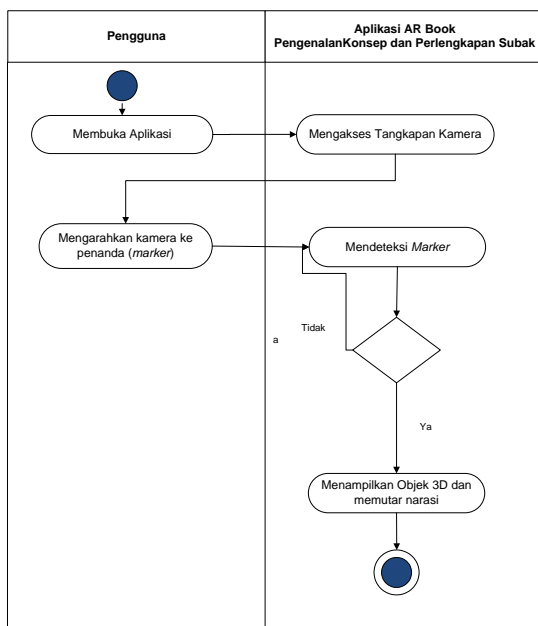
b. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. *Activity diagram* juga dapat

menggambarkan proses parallel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.



Gambar 2. Activity Diagram Melacak Marker



Gambar 3. Activity Diagram Menampilkan Objek 3D

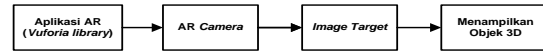
C. Perancangan Perangkat Lunak

1. Batasan Perancangan Perangkat Lunak

Adapun batasan perancangan dalam pengembangan aplikasi ini yaitu:

- a. Aplikasi ini hanya dapat berjalan pada perangkat android versi 4.0 (IceCreamSandwich) keatas, dengan OpenGL ES diatas 2.0, dan arsitektur ARMv7.

b. Perancangan Arsitektur Perangkat Lunak

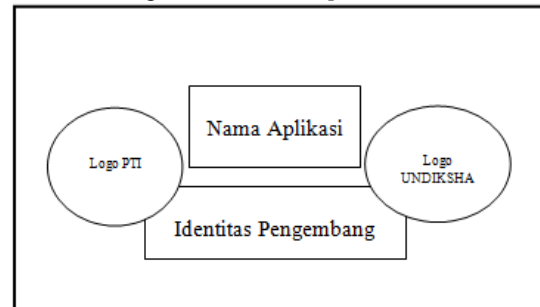


Gambar 4 Structure Chart Perangkat Lunak

2. Perancangan Antarmuka Perangkat Lunak

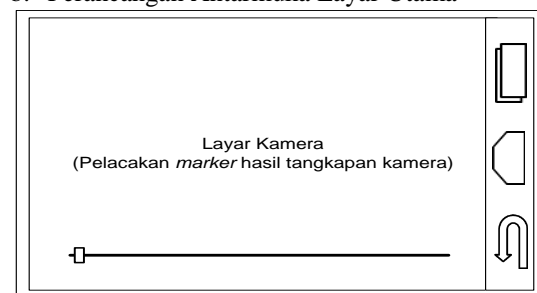
Perancangan antarmuka perangkat lunak merupakan proses pembuatan antarmuka yang akan digunakan untuk berinteraksi antara pengguna dengan perangkat lunak. Rancangan antarmuka yang dibuat *user friendly* agar pengguna tidak mengalami kesulitan dalam menggunakan aplikasi.

a. Perancangan Antarmuka Splash Screen



Gambar 5. Rancangan Antarmuka Splash Screen

b. Perancangan Antarmuka Layar Utama



Gambar 6. Rancangan Antarmuka Layar Utama

IV. PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Lunak

Lingkungan implementasi perangkat lunak Aplikasi Augmented Reality Book Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak menggunakan beberapa perangkat lunak dan perangkat keras sebagai berikut.

1. Spesifikasi Perangkat Lunak

Pada lingkungan perangkat lunak, aplikasi dijalankan pada Sistem Operasi Microsoft Windows 8.1 Enterprise, Sistem Operasi Android Jelly Bean v4.1.2, Blender 2.71, Vuforia Qualcomm Augmented Reality, Unity 4.2.0f4, SDK Android Tools, Audacity.

2. Spesifikasi Perangkat Keras

Pada lingkungan perangkat keras, aplikasi dijalankan pada Laptop ASUS A450C dengan prosesor Intel® Core™ i5-3337U @1.80 GHz, Graphic Card Nvidia Geforce 720M 2GB, 4GB RAM DDR3, Harddisk berkapasitas 500GB, dan dilengkapi dengan alat input dan output.

Selain itu, aplikasi ini juga diimplementasikan pada sebuah perangkat android berupa *Smartphone* Asus Zenfone 5 T00F yang memiliki resolusi layar berukuran 1280x 720 pixels, prosesor Intel Atom z2580 Dual Core 2GHz, RAM 2 GB dan Kamera Primer 8.0 MP.

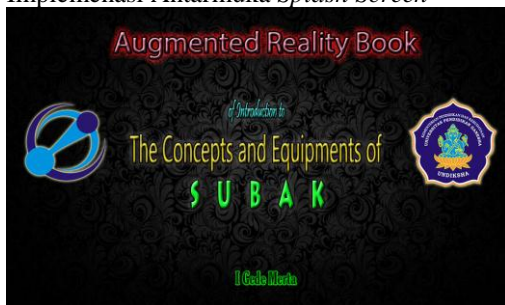
3. Batasan Implementasi Perangkat Lunak

- a) Spesifikasi perangkat minimal yang diperlukan untuk menjalankan aplikasi yaitu *Processor* ARM-v7a, *GPU* kelas *mid-end*, *RAM* 817 MB, *OS* *Android* versi 4.0 (*Ice Cream Sandwich*), dan resolusi layar 320 x 480.
- b) Suara narasi dan musik pengiring yang dimiliki aplikasi ini akan berbeda apabila didengarkan dari dua *speaker* berbeda yaitu *speaker* perangkat *Android* dan menggunakan *speaker* atau *earphone* tambahan.

4. Implementasi Antarmuka Perangkat Lunak

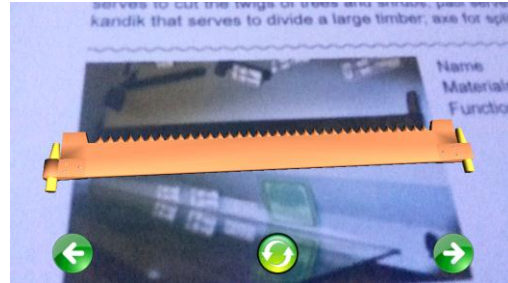
Implementasi antarmuka dilakukan sesuai dengan rancangan antarmuka yang telah dibuat sebelumnya.

a) Implementasi Antarmuka *Splash Screen*



Gambar 7. Implementasi Antarmuka *Splash Screen*

b) Implementasi Antarmuka Layar Utama Menampilkan Objek Kanopi



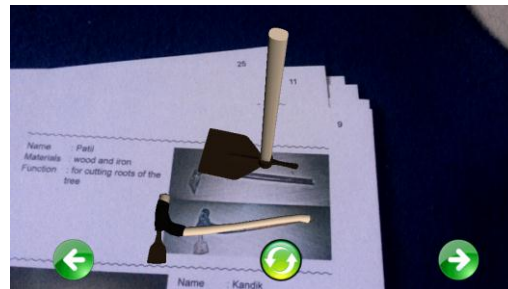
Gambar 5a. Implementasi Layar Utama Menampilkan Gergaji Pengeleng



Gambar 6b. Implementasi Layar Utama Menampilkan Gergaji Penebihan



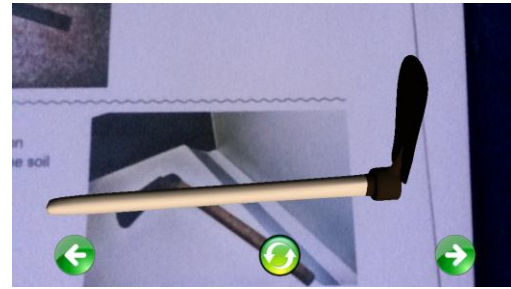
Gambar 8c.7 Implementasi Layar Utama Menampilkan Caluk



Gambar 8d. Implementasi Layar Utama Menampilkan Patil



Gambar 8e. Implementasi Layar Utama Menampilkan Kapak



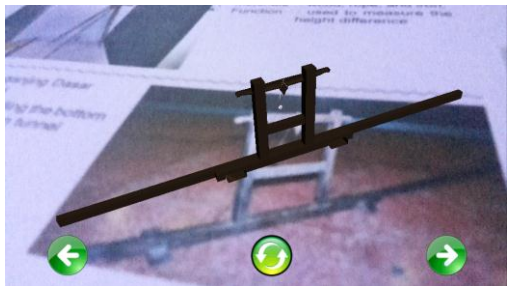
Gambar 8i. Implementasi Layar Utama Menampilkan Tajak



Gambar 8f. Implementasi Layar Utama Menampilkan Pegajing Duhur



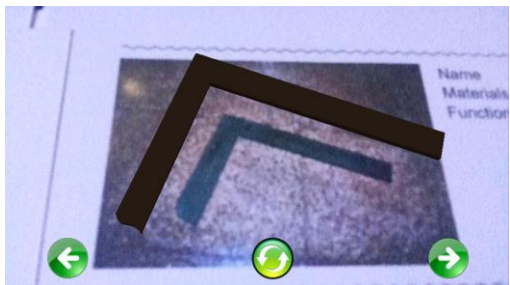
Gambar 8k.9 Implementasi Layar Utama Menampilkan Tenggala Satu Sapi



Gambar 8. Implementasi Layar Utama Menampilkan Pegajing Dasar



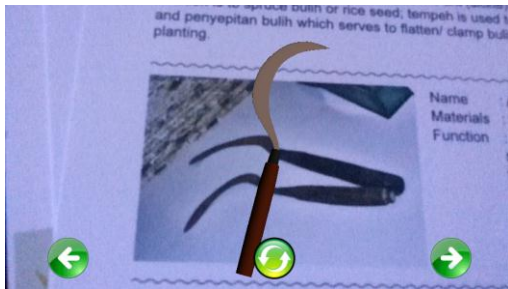
Gambar 8l. Implementasi Layar Utama Menampilkan Tenggala Dua Sapi



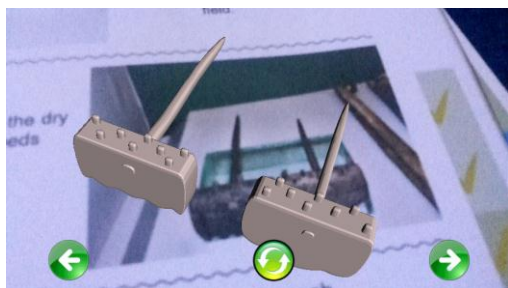
Gambar 8h. Implementasi Layar Utama Menampilkan Siku-Siku



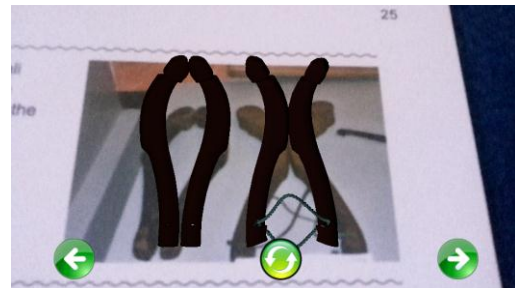
Gambar 8m.10 Implementasi Layar Utama Menampilkan Pegardingan



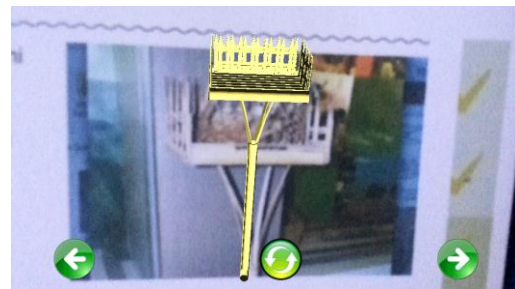
Gambar 8n.11 Implementasi Layar Utama Menampilkan Arit



Gambar 8o.12 Implementasi Layar Utama Menampilkan Suwah Bulih



Gambar 8p.13 Implementasi Layar Utama Menampilkan Pengerondan



Gambar 8q.14 Implementasi Layar Utama Menampilkan Bubu

B. Pengujian Perangkat Lunak

1. Tujuan Pengujian Perangkat Lunak

- Menguji kebenaran proses aplikasi sesuai dengan buku *AR-Book*.
- Menguji lama waktu menampilkan objek 3D pada aplikasi.
- Menguji penggunaan aplikasi pada enam orang sampel dengan menggunakan *smartphone android* yang berbeda.

2. Perancangan Kasus Uji Pengujian Perangkat Lunak

Pada tahap ini dideskripsikan secara mendetail bentuk bentuk uji kasus yang akan dilaksanakan sesuai dengan tujuan pengujian dan tataancang pengujian yang telah ditetapkan. Uji kasus yang dibuat selengkap mungkin agar hasil pengujian lebih valid. Terdapat tiga kasus uji yang dirancang sesuai dengan tujuan pengujian perangkat lunak yang digambarkan dengan angket pengujian.

3. Pelaksanaan Pengujian Perangkat Lunak

Berdasarkan perancangan pengujian perangkat lunak, maka pengujian aplikasi *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak dilakukan oleh: 1) Pengembang untuk pengujian kesesuaian proses aplikasi; 2) beberapa orang mahasiswa dari jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha; 3) beberapa orang staff Museum Subak Tabanan; dan 4) pengunjung Museum Subak Tabanan. Pengujian dilakukan sesuai dengan kasus uji yang telah dirancang sebelumnya dengan menggunakan tiga jenis angket yaitu:

- Angket kesesuaian jalannya proses aplikasi dengan gambar pada buku
- Angket lama waktu menampilkan objek 3D di luar ruangan dan di dalam ruangan
- Angket penggunaan aplikasi pada jenis *hardware* berdeda.

4. Evaluasi Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Melalui hasil pengujian angket kesesuaian jalannya proses aplikasi dengan gambar pada buku diketahui bahwa proses aplikasi telah sesuai dengan buku *AR-Book* Konsep dan Perlengkapan Subak. Semua proses aplikasi berfungsi dengan baik. Suara dan objek 3D yang ditampilkan sesuai dengan gambar pada buku.

Berdasarkan hasil pengujian melalui angket lama waktu menampilkan objek 3D pada siang dan malam hari, Kedua kondisi memiliki waktu tercepat menampilkan (*render*) objek 3 dimensi yaitu saat *smartphone* ke penanda (*marker*) berjarak 30 cm. Hal ini disebabkan karena ketika berjarak 10 cm dan 20 cm masih ada gambar penanda yang sulit terdeteksi keseluruhan, sehingga ketika berjarak 30 cm keseluruhan dari gambar penanda dapat terdeteksi dengan baik.

Berdasarkan hasil pengujian melalui angket penggunaan aplikasi pada beberapa *hardware* yang berbeda secara umum sudah dapat dikatakan memuaskan. Namun terdapat *hardware* yang kurang mampu untuk menjalankan aplikasi *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak dengan baik. Saat aplikasi sudah berjalan dan berhasil menampilkan beberapa objek, ketika ingin menampilkan objek lainnya terjadi *error* dan aplikasi keluar tanpa kehendak penguji.

V. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengembangan *Augmented Reality Book* pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Aplikasi *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak dirancang menggunakan *Flowchart Diagram* dan *Use Case Diagram* dengan entitas pengguna (*user*).
2. Aplikasi *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak menggunakan *library* Vuforia yang diintegrasikan dengan objek 3D Subak dan file audio narasi penjelasan dalam Unity 3D. Dengan demikian, aplikasi tersebut dapat melakukan fungsi pelacakan *marker* yang selanjutnya menjadi pemicu munculnya objek 3D Konsep dan Perlengkapan Subak disertai suara narasi penjelasan tiap item objek.
3. Berdasarkan hasil pengujian, terbukti *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak dapat digunakan sebagai salah satu sarana efektif untuk menarik minat masyarakat sehingga mau membaca dan mempelajari buku-buku yang membahas tentang Subak. Dengan demikian, secara tidak langsung *Augmented Reality Book* Pengenalan Konsep dan Perlengkapan Subak turut membantu usaha pelestarian Subak.

REFERENSI

- [1]. Pitana, I Gde. 1997. "Subak, Sistem Irigasi Tradisional di Bali (Sebuah Deskripsi Umum)". Dalam Pitana (Ed). Subak Sistem

- Irigasi Tradisional di Bali Sebuah Canangsari. (hlm. 1-32). Denpasar: Upada Sastra.
- [2]. Anonim. 2012. "Subak Ditetapkan Sebagai Warisan Dunia". Tersedia di: <http://travel.kompas.com/read/2012/06/30/03055393/Subak.Ditetapkan.sebagai.Warisan.Dunia>. (Diakses tanggal 19 Juli 2013).
- [3]. Suyastiri Y. P., Ni Made. 2012. "Pemberdayaan Subak Melalui 'Green Tourism' Mendukung Keberlanjutan Pembangunan Pertanian di Bali". SEPA. (hlm. 168-173).
- [4]. Fathoni, Mochamad et.al. 2012. "Alat Musik Perkusi Augmented Reality Berbasis Android". Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [5]. Priyanto, Yoga Tri. 2013. "Pengguna Smartphone Android di Indonesia Meningkat 189 Persen". Tersedia di: <http://www.merdeka.com/teknologi/pengguna-smartphone-android-di-indonesia-naik-189-persen.html>. (Diakses tanggal 6 Desember 2013).
- [6]. Sunaryasa, I Made Oka. 2002. Upaya Revitalisasi Peran Subak dalam Pelestarian Fungsi Lingkungan Studi Kasus: Subak Jatiluwih dan Subak Kloda Tabanan, Bali. Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [7]. Purwita, Ida Bagus Putu. 1997. "Kajian Sejarah Subak di Bali". Dalam Pitana (Ed). Subak Sistem Irigasi Tradisional di Bali Sebuah Canangsari. (hlm. 33-48). Denpasar: Upada Sastra.
- [8]. Dharwiyanti, Sri dan Wahono, Romi Satria. 2003. "Pengantar *Unified Modeling Language* (UML)". Tersedia di: <http://setia.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/6039/MateriSuplemenUml.pdf>.