

Pembuatan Aplikasi *Augmented Reality* Siklus Hidrologi sebagai Media Pembelajaran Berbasis Android

Hardiyanto¹⁾, R. Rizal Isnanto²⁾, Ike Pertiwi Windasari²⁾

Program Studi Sistem Komputer Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

kotaksurat.hardi@gmail.com

Abstrak—Daur air atau bisa disebut dengan siklus hidrologi merupakan materi pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam tingkat Sekolah Dasar kelas V. Materi ini membahas tentang proses perputaran air yang ada di muka bumi. Media pembelajaran yang saat ini digunakan masih didominasi oleh buku yang berisi tulisan dan gambar saja. Penggunaan gambar yang telah tersedia dalam buku teks membuat siswa cenderung pasif dan kurang interaktif karena media gambar tidak mampu memberikan respon timbal balik, kurang terlihat nyata dan kurang menarik bagi siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah perangkat lunak berbasis android yang dapat menampilkan pemodelan siklus air atau hidrologi dalam bentuk tiga dimensi memanfaatkan teknologi *augmented reality*.

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan multimedia meliputi tahap konsep, tahap desain, tahap pengumpulan materi, tahap pembuatan, tahap pengujian dan tahap distribusi. Aplikasi ini dibuat menggunakan Unity 3D, serta *Vuforia sebagai Software Development Kit (SDK)*. Aplikasi berjalan pada perangkat bergerak dengan sistem operasi Android. Pada tahap pengujian dilakukan pengujian dengan metode *Black Box* yang meliputi pengujian fungsi aplikasi, pengujian intensitas cahaya, sudut dan jarak antara kamera dengan penanda.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap aplikasi yang telah dibangun, seluruh fungsi menu dan antarmuka dapat berfungsi dengan baik. Deteksi penanda oleh kamera mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Proses deteksi penanda pada sudut 90° tidak baik karena proses pembacaan penanda tidak dapat ditangkap oleh sistem. Selain itu, jarak yang baik untuk sistem mengidentifikasi penanda yaitu lebih dari 10 cm.

Kata kunci— *Augmented Reality, Siklus Hidrologi, Android, Black box*

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN teknologi hiburan yang semakin menyuguhkan hal-hal menarik dan interaktif seperti film kartun maupun animasi tiga dimensi (3D) justru membuat minat belajar siswa semakin berkurang. Sedangkan media pembelajaran yang saat ini digunakan masih didominasi oleh buku yang berisi tulisan dan gambar saja. Penggunaan gambar dua dimensi (2D) sebagai penunjang pembelajaran agar siswa tidak merasa bosan dan lebih berimajinatif sekarang ini kurang membantu mengatasi masalah diatas. Penggunaan gambar diam yang telah tersedia dalam buku teks membuat siswa cenderung pasif dan kurang interaktif karena media gambar tidak mampu memberikan respon timbal balik, kurang terlihat nyata dan kurang menarik bagi siswa^[12].

Augmented Reality (AR) merupakan salah satu inovasi teknologi dalam meningkatkan interaksi antara manusia dan mesin^[3]. Teknologi AR banyak dikembangkan dalam pembuatan media pembelajaran yang inovatif sebagai alat

bantu guru dalam proses pembelajaran di kelas, dan tidak dapat menggantikan guru secara keseluruhan. AR memiliki beberapa karakteristik, yaitu 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^[7].

Atas dasar itulah diharapkan dengan dibuatnya AR siklus hidrologi berbasis android ini dapat menciptakan alat maupun menambah variasi media pembelajaran baru dalam memahami siklus air yang lebih interaktif dan menarik serta dapat membantu menyampaikan informasi tentang siklus air kepada siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah perangkat lunak berbasis android yang dapat menampilkan pemodelan siklus air atau hidrologi dalam bentuk tiga dimensi memanfaatkan teknologi *augmented reality*, serta menambah variasi media pembelajaran yang menarik untuk siswa di sekolah maupun di luar sekolah.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis membatasi permasalahan dalam lingkup sebagai berikut.

Aplikasi *augmented reality* ini bekerja pada sistem operasi Android.

1. Materi siklus hidrologi yang digunakan mengikuti materi untuk kelas 5 SD yaitu meliputi penguapan air (evaporasi), pengembunan (kondensasi), jatuhnya air (presipitasi), dan penyerapan air (infiltrasi).
2. Aplikasi ini dibuat menggunakan *Vuforia SDK*
3. Pengujian aplikasi menggunakan metode kotak hitam (*black box testing*) dilakukan pada ponsel Lenovo A526 dengan sistem operasi Android versi 4.3 Jelly Bean.
4. Penelitian ini tidak berfokus pada pembuatan objek dan animasi 3D siklus hidrologi dan tidak membahas dampak dari penggunaan aplikasi tersebut di masyarakat.

II. LANDASAN TEORI

A. *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) adalah sebuah variasi dari *Virtual Environment* atau *Virtual Reality (VR)* seperti yang umum diketahui. Teknologi *Virtual Environment* secara lengkap membenamkan seorang pengguna teknologi tersebut ke dalam lingkungan sintesis. Disaat pembenaman, pengguna teknologi tersebut tidak dapat melihat dunia nyata di sekitarnya. Dalam perbedaan yang kontras, AR memberi celah kepada pengguna teknologi tersebut untuk melihat dunia nyata dengan objek virtual yang ditambahkan di atas dunia nyata. Oleh karena itu, AR menambahkan sesuatu pada dunia nyata daripada menggantikan dunia nyata^[7].

B. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali^[8]. Air di bumi secara terus menerus mengalami sirkulasi berupa proses penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum jatuh ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian jatuh ke permukaan bumi. Tidak semua hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui daun-daun ke permukaan tanah^[9].

Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*). Sebagian lagi yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut^[9].

C. Multimedia

Definisi multimedia secara umum adalah penggabungan berbagai informasi menggunakan fasilitas dari komputer. Multimedia yang berasal dari kata multi yang berarti banyak atau lebih dari satu dan media yang dapat diartikan penyajian suatu tempat. Multimedia adalah pemanfaatan komputer untuk membuat dan mengabungkan teks, suara, gambar, video dan animasi dengan menggunakan *link* dan alat yang memungkinkan pemakaian melakukan navigasi, berinteraksi, dan berkomunikasi^[10].

D. Media Pembelajaran

Menurut Briggs (1977), media pembelajaran adalah sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi pembelajaran seperti buku, film, video, dan sebagainya. Kemudian menurut National Association Education (1969), menyatakan bahwa media pembelajaran adalah sarana komunikasi dalam bentuk cetak maupun pandang dengar, termasuk teknologi perangkat keras. Jadi dari beberapa definisi yang telah disebutkan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah alat bantu proses belajar mengajar. Segala sesuatu yang dapat dipergunakan dalam merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan pembelajar dari pengajar kepada pembelajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar^[5].

E. Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc. yang merupakan pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel/*smartphone*^[6].

F. Unity

Unity adalah sebuah *game engine* yang berbasis lintas platform. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar Android, iPhone, PS3, dan bahkan X-BOX. Unity adalah sebuah tool yang terintegrasi untuk membuat *game*, arsitektur bangunan dan simulasi. Unity bisa untuk games PC dan *games online*. Untuk *games online* diperlukan sebuah

plugin, yaitu *Unity Web Player*, sama halnya dengan *Flash Player* pada *Browser*. Unity tidak dirancang untuk proses perancangan atau pemodelan, dikarenakan Unity bukan alat untuk mendesain^[4].

G. Blender

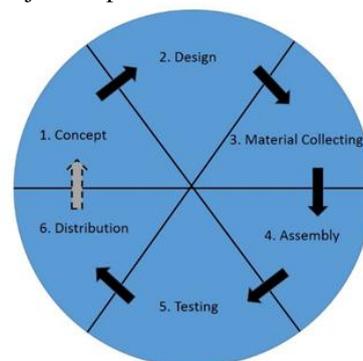
Blender adalah perangkat lunak untuk grafis 3 dimensi yang gratis dan populer di kalangan desainer. Blender dapat digunakan untuk membuat animasi 3 dimensi. Perangkat lunak ini juga memiliki kemampuan untuk membuat permainan. Blender tersedia untuk berbagai sistem operasi Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, IRIX, Solaris, NetBSD, FreeBSD, dan OpenBSD^[1].

H. Vuforia

Vuforia merupakan salah satu *library* untuk Augmented Reality, yang menggunakan sumber yang konsisten mengenai *computer vision* yang fokus pada *image recognitio*. Dengan support untuk iOS, Android, dan Unity3D, *platform* Vuforia mendukung para pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat digunakan di hampir seluruh jenis *smartphone* dan tablet.

I. Metodologi Pengembangan Multimedia

Metodologi yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang bersumber dari Luther dan sudah dimodifikasi oleh Sutopo. Metodologi pengembangan multimedia Luther yang sudah dimodifikasi oleh Sutopo ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pengembangan multimedia^[11]

Metodologi pengembangan multimedia tersebut terdiri dari enam tahap, yaitu konsep, desain, pengumpulan materi, pembuatan pengujian dan distribusi. Keenam tahap ini tidak harus berurutan dalam prakteknya, tahap-tahap tersebut dapat saling bertukar posisi. Meskipun begitu, tahap konsep memang harus menjadi hal yang pertama kali dikerjakan^[2].

III. PERANCANGAN SISTEM

Pengembangan aplikasi ini menggunakan Metodologi Pengembangan Multimedia yang terdiri atas tahap konsep, desain, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Keenam tahap ini tidak harus berurutan dalam prakteknya, tahap-tahap tersebut dapat saling bertukar posisi. Meskipun begitu, tahap konsep memang harus menjadi hal yang pertama kali dikerjakan^[2].

A. Konsep

Aplikasi ini dibuat bertujuan sebagai media pembelajaran yang berisi tentang materi siklus hidrologi atau air. Aplikasi ini bersifat multimedia sehingga menggunakan perpaduan antara teks, suara, dan gambar dalam merancang desain aplikasi.

Pada tahap ini penulis membuat beberapa kriteria yang menjadi konsep dari aplikasi yang akan dibuat. Adapun

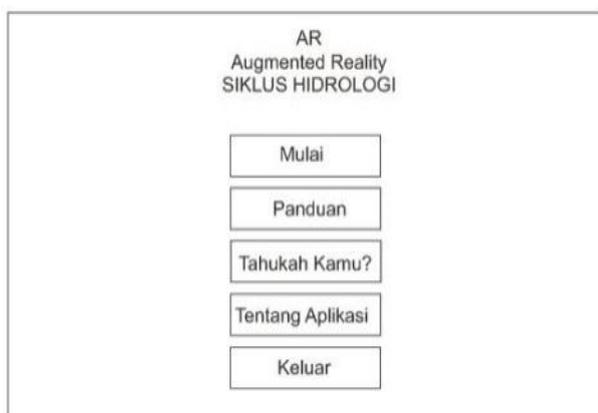
beberapa kriteria yang diharapkan ada pada aplikasi ini antara lain:

1. Dapat dijalankan pada perangkat bergerak (*mobile device*) berbasis Android.
2. Aplikasi memiliki antarmuka yang banyak warna.
3. Pengguna dapat melihat pemodelan 3D siklus hidrologi beserta narasi tentang proses tersebut.

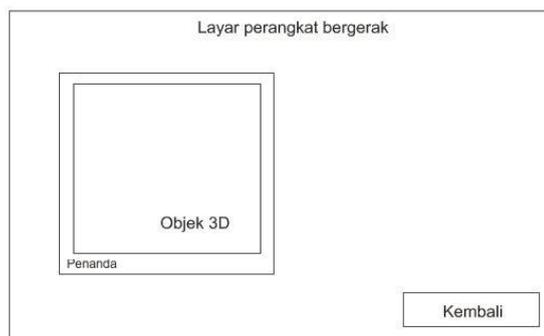
B. Desain atau Perancangan

Dalam tahap perancangan ini dibagi menjadi tiga yaitu merancang desain tampilan antarmuka aplikasi, merancang penanda atau *marker* dan merancang pembuatan alur berjalannya aplikasi melalui diagram alir atau *flowchart*.

Terdapat beberapa perancangan antarmuka pada aplikasi ini. Diantaranya yaitu tampilan halaman utama aplikasi yang ditunjukkan oleh Gambar 2, tampilan halaman **Mulai** yang ditunjukkan oleh Gambar 3, tampilan halaman **Panduan** yang ditunjukkan oleh Gambar 4, tampilan halaman **Tentang Aplikasi** yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 2. Perancangan antarmuka halaman utama aplikasi.



Gambar 3. Perancangan antarmuka halaman **Mulai**

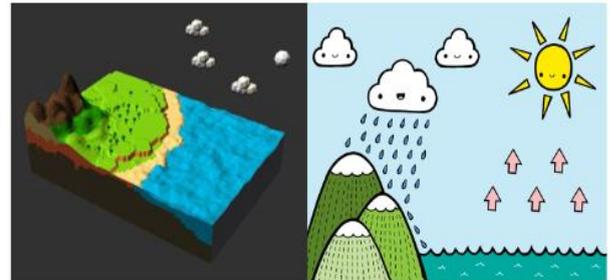


Gambar 4. Perancangan antarmuka halaman **Panduan**



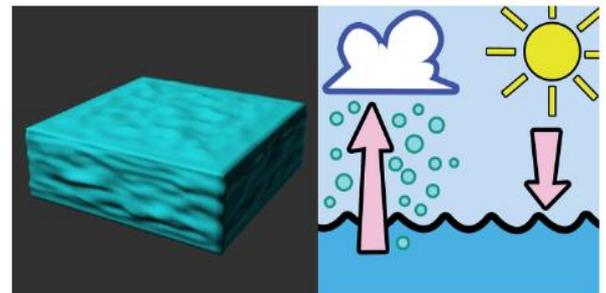
Gambar 5. Perancangan antarmuka halaman **Tentang Aplikasi**

Penanda-penanda dirancang agar mempunyai tema tentang siklus hidrologi. Desain lima objek 3D beserta lima penanda tersebut ditunjukkan pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 10.



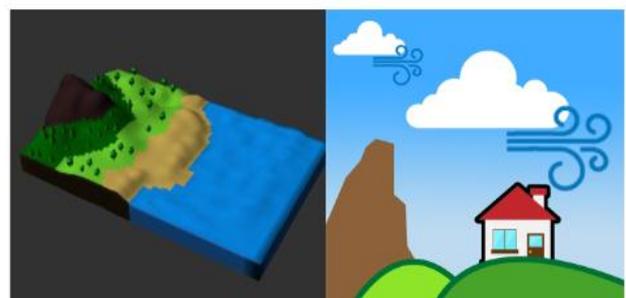
Gambar 6. Objek 3D siklus hidrologi & penanda

Desain objek evaporasi dan penanda ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Objek 3D evaporasi & penanda

Desain objek kondensasi dan penanda ditunjukkan pada Gambar 8.



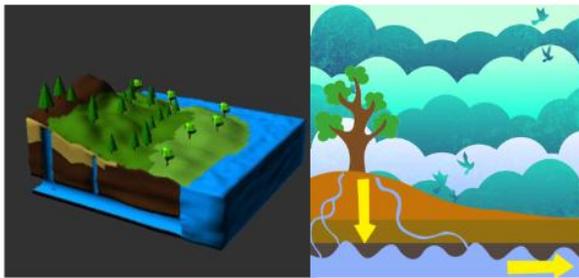
Gambar 8. Objek 3D evaporasi & penanda

Desain objek hujan dan penanda ditunjukkan pada Gambar 9.



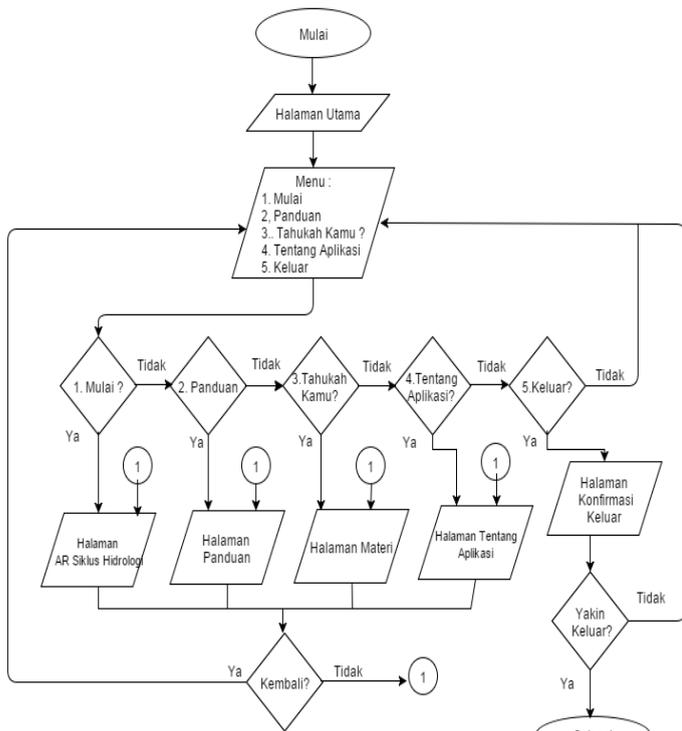
Gambar 9. Objek 3D hujan & penanda

Terakhir merupakan desain objek hujan dan penanda ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Objek 3D infiltrasi & penanda

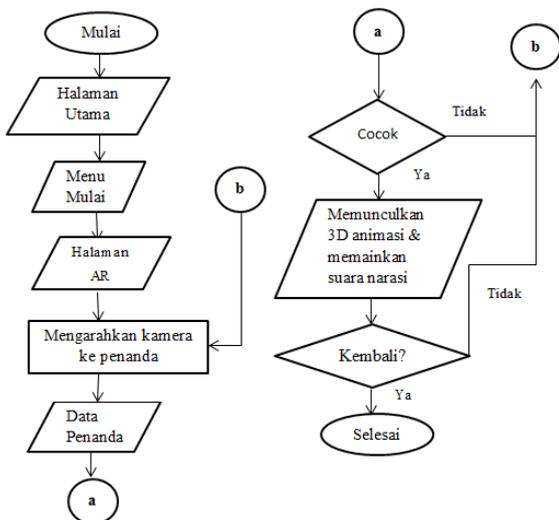
Saat pengguna membuka aplikasi disajikan halaman utama aplikasi atau biasa disebut dengan *home*. Terdapat lima menu pilihan yaitu **Mulai**, **Panduan**, **Tahukah Kamu?**, **Tentang Aplikasi**, dan **Keluar**. Diagram alir pada menu awal atau halaman utama aplikasi ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram alir halaman utama

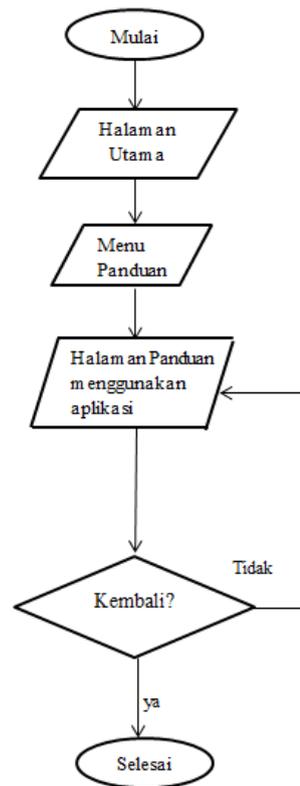
Diagram alir halaman **Mulai** dapat dilihat pada Gambar 12.

12.



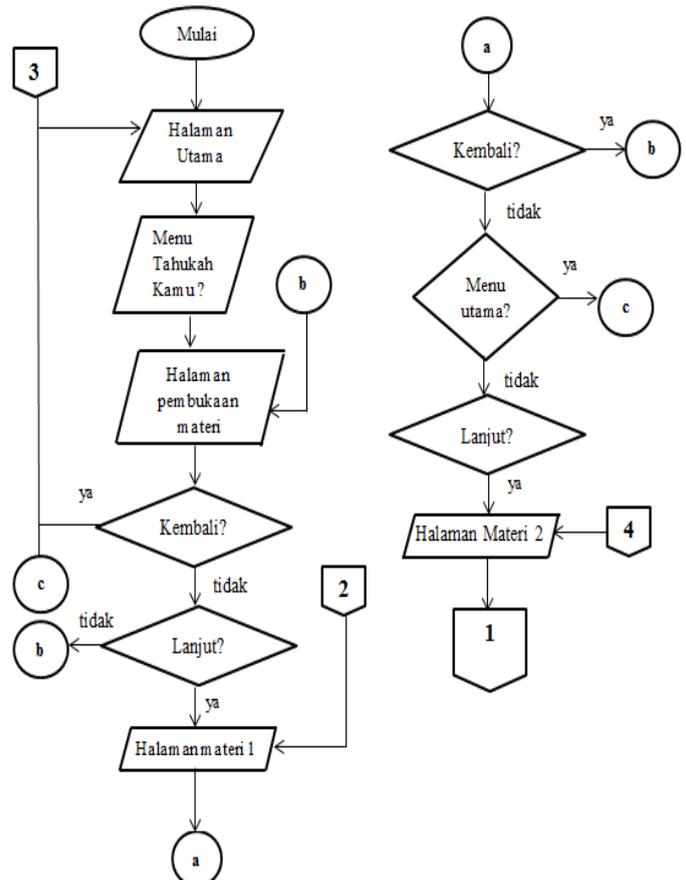
Gambar 12. Diagram alir halaman Mulai

Diagram alir pada halaman **Panduan** ditunjukkan pada Gambar 13.

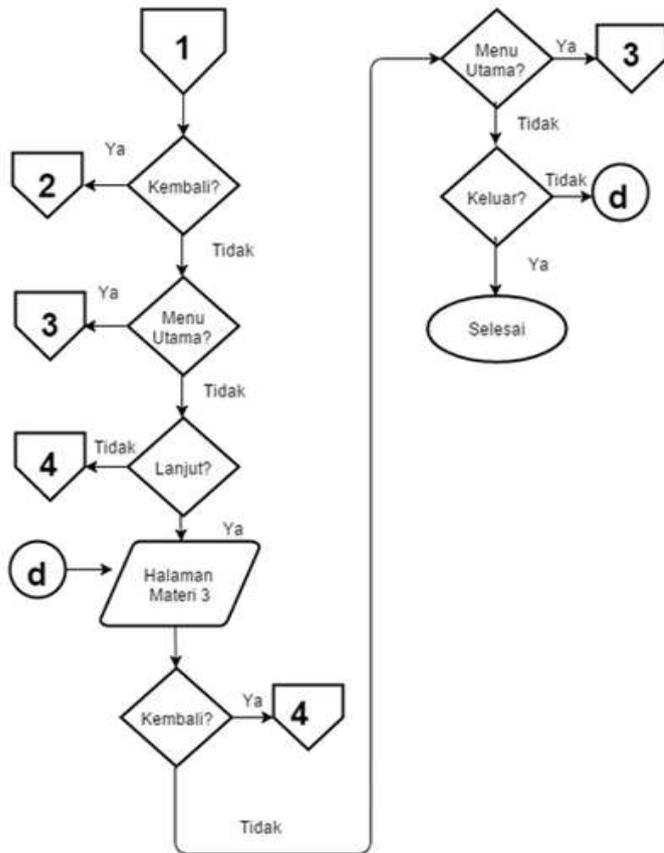


Gambar 13. Diagram alir halaman Panduan

Diagram alir pada halaman **Tahukah Kamu?** ditunjukkan pada Gambar 14 dan Gambar 15.

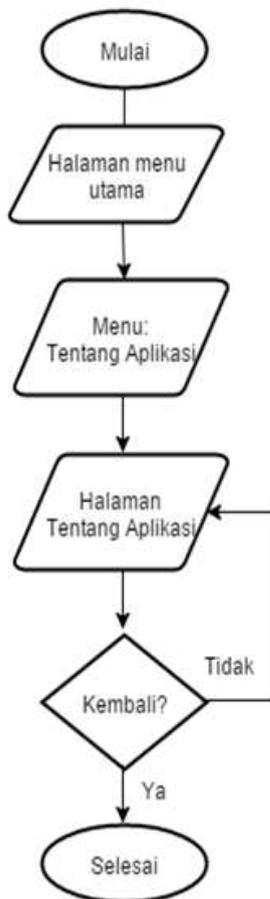


Gambar 14. Diagram alir halaman Tahukah Kamu?



Gambar 15. Diagram alir halaman Tahukah Kamu? Lanjutan

Diagram alir pada halaman **Tentang Aplikasi** ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Diagram alir halaman Tentang Aplikasi

Selanjutnya adalah pilihan menu **Keluar**. Menu ini berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Menu ini akan menuju halaman konfirmasi keluar. Jika memilih tombol **Ya** maka akan keluar dari aplikasi, jika memilih tombol **Tidak** maka menuju halaman utama aplikasi. Diagram alir menu **Keluar** ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Diagram alir halaman Keluar

C. Pengumpulan Materi

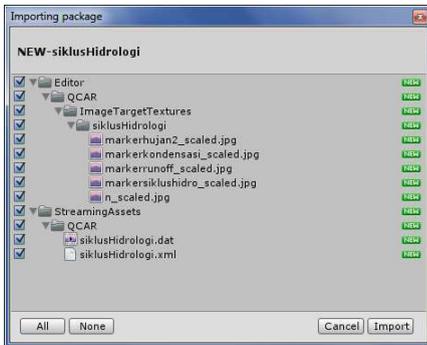
Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan materi yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi siklus hidrologi, diantaranya konten-konten tampilan grafis atau gambar, objek 3D, serta efek suara yang diunduh dari beberapa sumber. Khusus untuk objek 3D penulis mempelajari cara pembuatannya melalui video-video yang ada di *website* Youtube. Selain itu adapun konten materi berkaitan dengan siklus hidrologi dari menu Tahukah Kamu? diambil dari buku sekolah elektronik Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) SD kelas 5 terbitan Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas) tahun 2009 yang diunduh dari <http://www.bse.mahoni.com/>. Buku tersebut menjadi acuan materi saja pada aplikasi namun tidak disamakan persis.

IV. PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

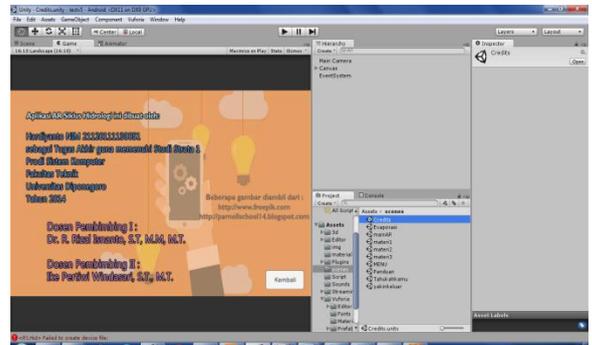
A. Pembuatan Aplikasi

Tahapan pembuatan aplikasi merupakan tahapan dimana konsep direalisasikan dengan menggunakan materi yang sudah dikumpulkan sehingga dihasilkan aplikasi yang dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing.

1) *Memasukan Pustaka Vuforia pada Unity*: Tahapan ini merupakan tahapan awal implementasi sistem, yang mana pada pengembangan aplikasi buku dongeng beranimasi ini digunakan Unity sebagai software pengembangannya, dan *Software Development Kit* yang digunakan adalah Vuforia. Oleh karena itu, pustaka dari Vuforia diperlukan untuk di-Load pada Unity yang akan digunakan tersebut. Pustaka Vuforia Unity dapat diunduh di situs <https://developer.vuforia.com/> yang merupakan situs resmi Vuforia Qualcomm. Gambar 18 menunjukkan *package* vuforia yang diimpor ke dalam Unity.



Gambar 18. Package Vuforia yang di import ke dalam Unity

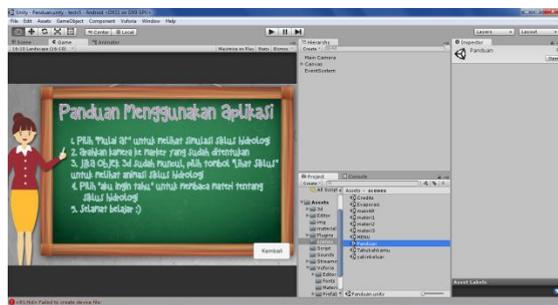


Gambar 22. Antarmuka halaman tentang aplikasi

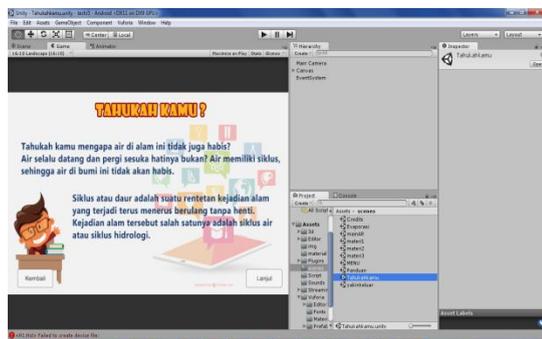
2) *Implementasi Halaman Aplikasi:* Halaman aplikasi yang dibuat adalah halaman utama aplikasi, halaman **Mulai**, **Panduan**, **Tahukah Kamu?**, **Tentang Aplikasi**, dan **Keluar**. Halaman-halaman tersebut ditunjukkan berurutan pada Gambar 19 sampai dengan Gambar 22.



Gambar 19. Antarmuka halaman awal aplikasi.



Gambar 20. Antarmuka halaman panduan



Gambar 21. Antarmuka halaman Tahukah Kamu?

B. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi ini dilakukan dengan metode pengujian kotak hitam atau *black box*, dimana metode pengujian perangkat lunak black box ini bertujuan memastikan fungsi-fungsi daripada aplikasi yang telah dibangun dapat berjalan dengan baik dan untuk mengetahui apakah masih terjadi kesalahan program atau tidak.

1) *Pengujian Penanda:* Pengujian penanda atau *marker* dilakukan untuk mengetahui apakah setiap penanda yang digunakan mengalami kesalahan atau tidak. Pengujian dilakukan setelah mengakses menu Mulai. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
PENGUJIAN PENANDA

Data Masukan	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Penanda Siklus Hidrologi	Mengarahkan kamera perangkat bergerak ke penanda	Menampilkan objek 3D siklus hidrologi dan suara narasi siklus hidrologi	Berhasil
Penanda Evaporasi	Mengarahkan kamera perangkat bergerak ke penanda	Menampilkan objek 3D evaporasi dan suara narasi evaporasi	Berhasil
Penanda Kondensasi	Mengarahkan kamera perangkat bergerak ke penanda	Menampilkan objek 3D kondensasi dan suara narasi kondensasi	Berhasil
Penanda Hujan	Mengarahkan kamera perangkat bergerak ke penanda	Menampilkan objek 3D hujan dan suara narasi hujan	Berhasil
Penanda Infiltrasi	Mengarahkan kamera perangkat bergerak ke penanda	Menampilkan objek 3D hujan dan suara narasi hujan	Berhasil

2) *Pengujian Intensitas Cahaya, Sudut dan Jarak antara Kamera dengan Penanda:* Pengujian dilakukan di dua tempat berbeda yaitu di ruangan terbuka dan tertutup. Indikator berhasil atau tidaknya dalam pengujian ini yaitu obyek 3D beserta animasinya muncul, dan suara narasi berjalan sesuai dengan penanda yang telah dibuat. Jika objek 3D dan animasi tidak muncul dan suara narasi tidak berjalan maka pengujian

yang dilakukan gagal. Hasil pengujian intensitas cahaya, sudut dan jarak ditunjukkan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 3.

TABEL II PENGUJIAN PENANDA DI RUANGAN TERBUKA

Intensitas Cahaya	Sudut	Jarak (Cm)	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil Pengujian
Min. 130 lux Maks. 300 lux	0°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
	30°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
60°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	
	11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil	
	21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil	
	31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil	
	41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil	
	51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil	
Min. 130 lux Maks. 300 lux	90°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa keberhasilan mendeteksi penanda di ruang terbuka lebih baik dilakukan dengan sudut penanda 0°, 30° dan 60° dibuktikan dengan mendapatkan jumlah keberhasilan yang lebih banyak di bandingkan dengan yang dilakukan pada sudut penandadan 90°.

TABEL III PENGUJIAN PENANDA DI RUANGAN TERTUTUP

Intensitas Cahaya	Sudut	Jarak (Cm)	Hasil yang Diharapkan	Pengamatan	Hasil Pengujian
Min. 3 lux Maks. 60 lux	0°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
	30°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
		51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tampil objek 3D dan suara narasi	Berhasil
Min. 3 lux Maks. 60 lux	60°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
		51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal
90°	0-10	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	
	11-20	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	
	21-30	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	
	31-40	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	
	41-50	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	
	51-60	Menampilkan objek 3D dan suara narasi	Tidak tampil objek 3D dan suara narasi	Gagal	

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 diatas dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya dapat mempengaruhi deteksi penanda, dibuktikan dengan jumlah keberhasilan menampilkan penanda di ruang terbuka lebih banyak dibandingkan dengan keberhasilan yang dilakukan pada ruangan tertutup. Selain itu, dapat diketahui pula jarak yang baik antara penanda dengan kamera adalah lebih dari 10 cm hingga 60 cm serta sudut penanda 0° dan 30° merupakan sudut yang cukup baik untuk kamera mendeteksi penanda,

3) *Pengujian Fungsi Tombol*: Pada aplikasi ini terdapat lima pilihan menu, yaitu menu **Mulai**, menu **Panduan**, menu **Tahukah Kamu?**, menu **Tentang Aplikasi** dan menu **Keluar**.

Tabel 4 menunjukkan hasil dari pengujian fungsi-fungsi yang terdapat pada aplikasi.

TABEL IV PENGUJIAN FUNGSI TOMBOL

No.	Nama Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Membuka aplikasi	Menekan <i>shortcut</i> aplikasi	Sistem menampilkan halaman awal aplikasi	Berhasil
2	Pengujian halaman Panduan	Menekan tombol menu Panduan	Sistem menampilkan halaman Panduan	Berhasil
3	Pengujian halaman Tahukah Kamu?	Menekan tombol menu Tahukah Kamu?	Sistem menampilkan halaman Tahukah Kamu?	Berhasil
4	Pengujian materi siklus hidrologi 1	Menekan tombol Lanjut pada halaman Tahukah Kamu?	Sistem menampilkan halaman materi siklus hidrologi 1	Berhasil
5	Pengujian tombol Kembali pada materi siklus hidrologi 1	Menekan tombol Kembali pada halaman materi siklus hidrologi 1	Sistem menampilkan halaman Tahukah Kamu?	Berhasil
6	Pengujian tombol Menu pada materi siklus hidrologi 1	Menekan tombol Menu pada halaman materi siklus hidrologi 1	Sistem menampilkan halaman menu utama aplikasi	Berhasil
7	Pengujian materi siklus hidrologi 2	Menekan tombol Lanjut pada halaman materi siklus hidrologi 1	Sistem menampilkan halaman materi siklus hidrologi 2	Berhasil
8	Pengujian tombol Kembali pada materi siklus hidrologi 2	Menekan tombol Kembali pada halaman materi siklus hidrologi 2	Sistem menampilkan halaman materi siklus hidrologi 1	Berhasil
9	Pengujian tombol Menu pada materi siklus hidrologi 2	Menekan tombol Menu pada halaman materi siklus hidrologi 2	Sistem menampilkan halaman menu utama aplikasi	Berhasil
10	Pengujian materi siklus hidrologi 3	Menekan tombol Lanjut pada halaman materi siklus hidrologi 2	Sistem menampilkan halaman materi siklus hidrologi 3	Berhasil
11	Pengujian tombol Kembali pada materi siklus hidrologi 3	Menekan tombol Kembali pada halaman materi siklus hidrologi 3	Sistem menampilkan halaman materi siklus hidrologi 2	Berhasil
12	Pengujian tombol Menu pada materi siklus hidrologi 3	Menekan tombol Menu pada halaman materi siklus hidrologi 3	Sistem menampilkan halaman menu utama aplikasi	Berhasil
13	Pengujian fungsi kamera	Menekan tombol menu Mulai pada halaman menu utama	Sistem mengaktifkan kamera	Berhasil
15	Pengujian tombol Keluar pada menu utama	Menekan tombol Keluar pada menu utama	Menampilkan halaman konfirmasi keluar	Berhasil
16	Pengujian tombol Ya	Menekan tombol Ya pada halaman konfirmasi keluar	Keluar Aplikasi	Berhasil
17	Pengujian tombol Tidak	Menekan tombol Tidak pada halaman konfirmasi keluar	Menampilkan halaman menu utama	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa fungsionalitas tombol aplikasi telah berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan, dibuktikan dengan tidak ditemukan kegagalan dalam pengujian.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada aplikasi *augmented reality* siklus hidrologi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Intensitas cahaya mempengaruhi proses pembacaan penanda oleh kamera, sehingga objek dan informasi yang telah dirancang pun mempengaruhi tampil atau tidaknya pada layar perangkat bergerak. Proses pembacaan penanda pada kondisi ruangan terbuka dengan nilai intensitas minimal 130 lux dan maksimal 300 lux akan lebih mudah dan cepat dibandingkan proses pembacaan penanda pada kondisi ruangan tertutup dengan nilai intensitas minimal 3 lux dan maksimal 60 lux.
2. Pada ruangan tertutup dengan intensitas cahaya minimal 3 lux dan maksimal 60 lux, gambar penanda dengan paduan warna yang kurang kontras yaitu gambar penanda infiltrasi tidak dapat menampilkan objek pada perangkat bergerak.
3. Jarak yang baik untuk sistem mengidentifikasi penanda yaitu lebih dari 10 cm. Dikarenakan pada jarak 0-10 cm kamera perangkat hanya bisa menangkap sedikit bagian dari penanda.
4. Berdasarkan hasil uji Kotak Hitam (*Black Box Testing*), dapat ditunjukkan bahwa semua fungsi menu maupun tombol yang terdapat pada aplikasi telah berhasil sesuai dengan fungsinya.

B. Saran

Aplikasi media pembelajaran siklus hidrologi menggunakan teknologi *augmented reality* ini masih terdapat beberapa hal yang memungkinkan untuk dikembangkan selanjutnya. Beberapa saran untuk pengembangan yang lebih baik adalah sebagai berikut.

1. Perlu ditambahkan permainan sederhana misalnya kuis dari materi siklus hidrologi menggunakan Unity.
2. Perlu diberikan *Flash Camera* pada sistem agar membantu pendeteksian penanda pada saat berada di ruangan gelap.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap sistem misalnya mengembangkan pendeteksian melalui gerakan tangan untuk mengontrol objek 3D sehingga interaksi yang diberikan lebih menarik.
4. Animasi 3D pemodelan siklus hidrologi perlu dibuat menggunakan perangkat lunak yang bervariasi agar pemodelan yang muncul semakin menyerupai aslinya, misalnya dengan *Cinema 4D* ataupun *Autodesk 3Ds Max*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ----, *Blender (perangkat lunak)*. [http://id.wikipedia.org/wiki/Blender \(perangkat lunak\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Blender_(perangkat_lunak)), 20 April 2015.
- [2] Binanto, I., *Multimedia Digital Dasar Teori dan Pengembangannya*, ANDI, Yogyakarta, 2010.
- [3] Friedrich, W., and D. Jahn, *ARVIKA Augmented Reality For Development, Production And Service*, 2002.
- [4] Habibie, *Unity3D: Cross-Platform Game Engine*. <http://blog-habibie.blogspot.com/2012/04/unity3d-cross-platform-game-engine.html>, 6 Maret 2015.
- [5] Kusuma, D.A., *Penerapan Model Pembelajaran Picture And Picture untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi di SMP*, S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013.
- [6] Safaat, H.N., *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC berbasis Android*, Informatika, Bandung, 2012.
- [7] Ronald T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality, Teleoperators and Virtual Environments 6", 355-385, 1997.
- [8] Soemarto, C.D., *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya, 1987.
- [9] Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, K., *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramitra, Jakarta, 1983.
- [10] Suyanto, Analisis dan Desain Aplikasi Multimedia untuk Pemasaran, Yogyakarta, Andi, 2004.
- [11] Syahrin, YA., *Perancangan dan Pengembangan Permainan "Super Sigi" Menggunakan Stencil sebagai Media Pengenalan Menyikat Gigi*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2014.
- [12] Yusniawati, I., *Peningkatan Hasil Belajar IPA Materi Tata Surya dengan Menggunakan Media Interaktif Animasi 3 Dimensi pada Siswa Kelas VI SD Negeri 02 Tlobo Kecamatan Jatiyoso Kabupaten Karanganyar*, Skripsi S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2011.