

# PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY (AR) SEBAGAI PROTOTYPE MEDIA BELAJAR PENDUKUNG DALAM PRAKTIKUM PENYAMBUNGAN SERAT OPTIK

## THE UTILIZATION OF AUGMENTED REALITY AS A PROTOTYPE OF SUPPORTING LEARNING MEDIA IN FUSION SPLICING PRACTISE

**Elisa Usada**

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri & Informatika  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jln. DI. Panjaitan 128, Purwokerto 53147  
elisa@ittelkom-pwt.ac.id

Diterima : 4 November 2017 | Direvisi : 21 November 2017 | Disetujui : 9 April 2018

### **Abstract**

*Institut Teknologi Telkom Purwokerto currently encountering problem related the limitation of laboratorium's equipment in some practical, one of them is the implementation of fiber optic connection. There is only one fusion splicer in ITTP's laboratory. Student's exploration of using fusion splicer devices is limited to practicum meeting only. Based on the explanation, this research will develop a supported learning media to enable the student to explore the fusion splicer outside the laboratory. AR technology can displays 3D model of a device along with its animation, so that student able to know the shape of fusion splicer and its parts. AR also displays the video, so the activity of fusion splicer's utilization displayed visibly to the students. The problem formulation are, how the composition of fusion splicing content will be displayed, user interactivity which will applied for, and whether the application can be displayed by smartphone. The method of the system development which will be used in this research is SDLC with the waterfall cycle. This research obtained a prototype of practicum learning media based on mobile AR with its material submitted: preparation, fiber optic's cutting process, fusion splicing, and testing. The user interactivity is implemented by using the virtual button.*

**Keyword :** *augmented reality, AR Study Media, fusion splicing.*

### **Abstrak**

Institut Teknologi Telkom Purwokerto saat ini masih mengalami kendala keterbatasan perangkat praktikum pada beberapa mata kuliah praktikum, salah satunya adalah pada penyelenggaraan praktikum penyambungan serat optik. Perangkat penyambungan yaitu fusion splicer yang dimiliki oleh laboratorium ITTP saat ini baru berjumlah satu buah. Eksplorasi mahasiswa terhadap perangkat fusion splicer hanya terbatas pada saat pertemuan praktikum saja. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dikembangkan media belajar pendukung yang memberi peluang kepada mahasiswa untuk dapat mengeksplorasi perangkat fusion splicer selain di laboratorium. Teknologi AR dapat menampilkan model 3D dari suatu perangkat beserta animasinya, sehingga mahasiswa dapat mengetahui bentuk fusion splicer beserta bagian-bagiannya. AR juga dapat menampilkan video, sehingga aktifitas penggunaan fusion splicer secara nyata dapat ditampilkan kepada mahasiswa. Rumusan masalah yang akan dikaji lebih lanjut adalah bagaimana susunan muatan materi praktikum yang akan ditampilkan, interaktifitas yang akan diterapkan, dan apakah aplikasi dapat tampil dengan baik di *smartphone*. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah SDLC dengan siklus *waterfall*. Penelitian menghasilkan prototype media belajar praktikum berbasis mobile AR dengan materi yang disampaikan; persiapan praktikum, pemotongan serat optik, penyambungan serat optik, dan pengetesan. Interaksi dengan pengguna menggunakan *virtual button*.

**Kata kunci :** *augmented reality, media belajar AR, fusion splicing.*

## PENDAHULUAN

Kecukupan jumlah perangkat praktikum merupakan salah satu syarat agar suatu kegiatan pembelajaran praktikum dapat berjalan dengan baik. Institut Teknologi Telkom Purwokerto (ITTP) saat ini masih mengalami kendala keterbatasan perangkat praktikum pada beberapa mata kuliah praktikum, salah satunya adalah pada penyelenggaraan praktikum penyambungan serat optik. Perangkat penyambungan yaitu Fusion Splicer yang dimiliki oleh laboratorium ITTP saat ini baru berjumlah satu buah. Satu buah perangkat ini digunakan untuk pelaksanaan praktikum pada beberapa kelas. Eksplorasi mahasiswa terhadap perangkat fusion splicer hanya terbatas pada saat pertemuan praktikum saja. Apabila terdapat suatu media belajar pendukung yang memberi peluang kepada mahasiswa untuk dapat mengeksplorasi perangkat fusion splicer selain di laboratorium, tentunya akan membantu mahasiswa dalam memahami cara kerja dan penggunaan alat tersebut.

Media belajar saat ini telah berkembang dari media konvensional ke media berbasis teknologi komputer dan multimedia. Media belajar berbasis teknologi komputer dan multimedia dapat terdiri dari berbagai macam jenis media. Khususnya untuk media belajar multimedia didefinisikan oleh Darmawan dalam [1] bahwa: Beberapa model multimedia dalam konteks pembelajaran dapat berupa media presentasi, pembelajaran berbasis komputer (*stand alone*), televisi dan video, 3D dan animasi, *e-learning* dan *Learning Management System (LMS)*, dan *mobile learning*.

Pemanfaatan berbagai jenis media belajar multimedia tersebut telah diteliti oleh banyak peneliti dan praktisi pendidikan, dan menghasilkan respon positif. Menurut La Hompu et al [2], Susilo et al [3], Hartanto et al [4], Hanafi & Nurhasanah [5], dan Rofiq [6], media belajar multimedia mampu menarik minat peserta didik dan meningkatkan hasil belajar. Sedangkan Musahrain [7] dengan penelitian mengaplikasikan *mobile learning* dalam media pembelajaran menyimpulkan bahwa *mobile learning* dapat diterapkan mulai dari pembelajaran di sekolah dasar hingga perguruan tinggi, *mobile learning* juga menarik perhatian siswa, membangkitkan semangat dan motivasi, serta mampu menjadi penunjang menuju pembelajaran mandiri.

Salah satu jenis teknologi penampil informasi multimedia yang saat ini banyak dikembangkan adalah *Augmented Reality (AR)*. Aplikasi AR mampu menampilkan muatan multimedia baik melalui PC, laptop, *smartphone*, maupun perangkat lain. AR telah digunakan luas dalam bidang hiburan, *game*, periklanan, edukasi, kesehatan, perdagangan, dan industri. Khususnya dalam bidang pendidikan, AR dinilai memiliki keunggulan apabila diimplementasikan dengan tepat sebagai media belajar. Menurut Wu et al [8] implementasi media belajar AR mampu membantu siswa untuk merekonstruksi pengetahuan, keterampilan dan menghubungkan pengetahuan dengan yang dihadapi dalam dunia nyata.

AR dapat menampilkan model 3D dari suatu perangkat beserta animasinya, sehingga mahasiswa dapat mengetahui bentuk fusion splicer beserta bagian-bagiannya. AR juga dapat menampilkan video, sehingga aktifitas penggunaan fusion splicer secara nyata dapat ditampilkan kepada mahasiswa. Aplikasi AR tidak hanya dapat digunakan melalui laptop atau komputer, aplikasi AR dapat dipasang pada *smartphone*.

Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah prototype media belajar pendukung kegiatan belajar dengan materi penyambungan serat optik. Teknologi yang akan diaplikasikan adalah teknologi mobile AR.

### Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan media belajar berbasis AR ini adalah:

1. Bagaimana susunan muatan materi yang akan disampaikan?
2. Bagaimana interaktifitas yang akan diterapkan dalam aplikasi?
3. Apakah aplikasi dapat tampil dengan baik pada *smartphone*?

### METODE

Metode penelitian yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah diatas adalah:

1. Studi literatur  
Studi literatur dilakukan untuk mengetahui dua hal, pertama untuk memberikan gambaran mengenai teknologi yang dapat diaplikasikan dalam pengembangan media belajar

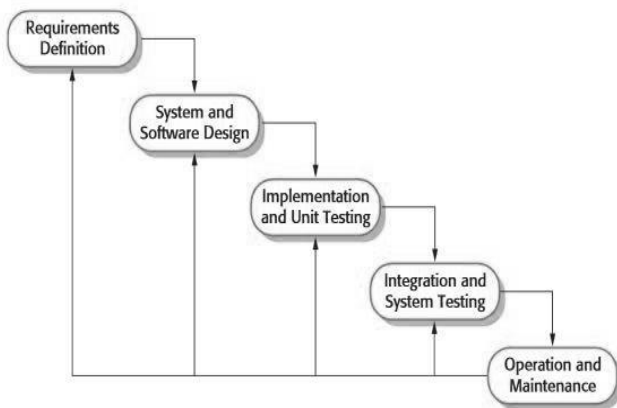
praktikum. Hal ini dilakukan melalui tinjauan pustaka terhadap penelitian-penelitian sebelumnya. Kedua, untuk mengetahui muatan materi penyambungan serat optik menggunakan fusion splicer yang harus diajarkan kepada mahasiswa.

2. Wawancara dan Observasi  
Kedua hal ini dilakukan untuk mengetahui lebih jauh mengenai materi dan pelaksanaan praktikum penyambungan serat optik. Wawancara dilakukan terhadap dosen pengampu praktikum, sedangkan observasi dilakukan dengan mengamati dan mendokumentasikan pelaksanaan penyambungan serat optik menggunakan fusion splicer di laboratorium Switching, ITTP.
3. Pengembangan Sistem  
Dalam penelitian ini dilakukan metode pengembangan sistem *waterfall* dengan melalui fase-fase tahapan pada *Software Development Life Cycle* (SDLC).
4. Penarikan kesimpulan

**Metode Pengembangan Sistem**

Tahapan pengembangan sistem yang akan dilakukan mengikuti model pengembangan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan siklus air terjun (*waterfall*). Metode ini dipilih karena mudah dan murah untuk diimplementasikan. Menurut Sommerville [9], model *waterfall* bersifat sekuensial, suatu tahapan akan dilaksanakan apabila tahapan yang sebelumnya telah selesai dilakukan.

Tahapan SDLC dengan siklus *waterfall* digambarkan pada Gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. SDLC dengan siklus *waterfall*

Tahapan-tahapan dalam model air terjun dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap analisis kebutuhan sistem.  
Tahap ini berusaha mendefinisikan kebutuhan dari sistem. Pelayanan, batasan-batasan dan tujuan dibuat dan dikonsultasikan kepada pengguna dalam tahap ini.
2. Tahap desain sistem.  
Tahap ini bertujuan untuk mendesain sistem, mengalokasikan hasil tahap sebelumnya ke dalam batasan hardware dan software dan membuat arsitektur sistem secara keseluruhan.
3. Tahap implementasi dan pengujian unit.  
Tahapan ini merealisasikan desain yang dihasilkan pada tahap sebelumnya ke dalam bentuk kode program komputer dan unit-unitnya serta melakukan pengujian di setiap unit program.
4. Tahap integrasi dan pengujian sistem.  
Setiap unit program kemudian diintegrasikan dalam tahap ini dan dilakukan pengetesan sebagai sebuah sistem komplit.
5. Tahap pengoperasian dan perawatan  
Tahap ini bertujuan melakukan instalasi sistem dan mulai untuk digunakan pengguna, serta melakukan perbaikan-perbaikan kesalahan apabila diperlukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tahap Analisis Kebutuhan Sistem**

Sebelum membuat aplikasi media belajar, peneliti atau pengembang sistem harus menentukan tujuan dan batasan-batasan aplikasi. Tahap ini dilakukan agar aplikasi tepat guna untuk digunakan oleh pengguna.

Tahap analisis kebutuhan dapat dilakukan dengan metode observasi dan wawancara kepada pengguna aplikasi. Pada penelitian ini observasi dilakukan di laboratorium pelaksana praktikum penyambungan serat optik, sedangkan wawancara dilakukan terhadap dosen pengampu praktikum penyambungan serat optik.

Tahap analisis menghasilkan rincian perangkat yang digunakan dalam praktikum, dan susunan materi praktikum yang harus disampaikan beserta langkah-langkah praktikum.

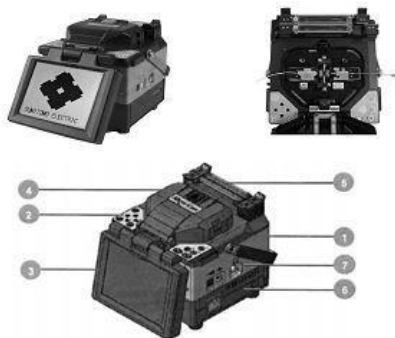
Rincian perangkat praktikum dijabarkan dalam Tabel 1, penjelasan mengenai perangkat utama praktikum yaitu fusion splicer dijelaskan pada Gambar 2 dan Tabel 2, sedangkan susunan materi praktikum yang harus disampaikan dijelaskan di Tabel 3.

Tabel 1. Perangkat Praktikum Fusion Splicer

Jenis	Nama Perangkat	Fungsi											
Perangkat Utama	Fusion Splicer	Penyambung serat optik dengan metode peleburan											
	Perangkat pendukung	<table border="1"> <tr> <td>Cutter</td> <td>Mengupas kulit kabel</td> </tr> <tr> <td>Fiber Stripper</td> <td>Mengupas Coating</td> </tr> <tr> <td>Fiber Cleaver</td> <td>Memotong serat optik</td> </tr> <tr> <td>Sikat</td> <td>Membersihkan sisa kupasan serat di fiber stripper</td> </tr> <tr> <td>Optical light source</td> <td>Sumber cahaya</td> </tr> <tr> <td>Optical Power Meter</td> <td>Mengukur daya keluaran yang dihasilkan</td> </tr> </table>	Cutter	Mengupas kulit kabel	Fiber Stripper	Mengupas Coating	Fiber Cleaver	Memotong serat optik	Sikat	Membersihkan sisa kupasan serat di fiber stripper	Optical light source	Sumber cahaya	Optical Power Meter
Cutter	Mengupas kulit kabel												
Fiber Stripper	Mengupas Coating												
Fiber Cleaver	Memotong serat optik												
Sikat	Membersihkan sisa kupasan serat di fiber stripper												
Optical light source	Sumber cahaya												
Optical Power Meter	Mengukur daya keluaran yang dihasilkan												

Perangkat utama yang digunakan dalam praktikum penyambungan serat optik adalah *fusion splicer* dan metode penyambungan disebut *fusion splicing*. *Fusion splicing* merupakan metode penyambungan dua buah ujung kabel serat optik secara permanen, dengan hasil sambungan *low loss*, dan kekuatan penyambungan yang baik [10].

Struktur perangkat *fusion splicer* dijelaskan pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Perangkat Fusion Splicer

Tabel 2. Keterangan Alat Fusion Splicer

No	Keterangan	Fungsi
1.	Main body	Fusion splicer Sumitomo Tipe-39
2.	Keypad	Terdiri dari tombol <i>power</i> yang digunakan untuk mengaktifkan / menonaktifkan perangkat, tombol untuk melakukan proses penyambungan dan

		pemanasan, dan tombol untuk fungsi - fungsi pengaturan ( <i>set-up</i> )
3.	Monitor	Digunakan untuk menampilkan gambar serat optik, data penyambungan dan <i>screen</i> menu
4.	Hood	Digunakan untuk pengamanan serat selama proses penyambungan dari gangguan luar (lingkungan)
5.	Heat shrink oven	Digunakan untuk memanaskan <i>fiber protection sleeve</i> , tersedia 2 tempat (depan dan belakang)
6.	Power module bay	Tempat untuk menempatkan <i>power supply</i> dan <i>battery module</i>
7.	I/O panel	Terminal <i>output</i> DC dan port USB

Tabel 3. Susunan Muatan Materi Praktikum

No.	Susunan Materi	Keterangan
1.	Persiapan	Langkah-langkah persiapan alat dan bahan praktikum, penjelasan nama dan fungsi masing-masing alat, penjelasan prosedur praktikum
2.	Pemotongan serat optik	Penjelasan prosedur pemotongan serat optik
3.	Penyambungan serat optik	Penjelasan prosedur penggunaan Fusion Splicer untuk penyambungan serat optik
4.	Pengetesan sambungan serat optik	Penjelasan prosedur pengetesan sambungan serat optik yang telah dihasilkan

### Tahap Desain Sistem

Hasil analisis kebutuhan sistem digunakan untuk menentukan desain sistem aplikasi yang akan dibuat. Pertama-tama ditentukan terlebih dahulu spesifikasi sistem sebagai berikut:

1. Jenis aplikasi: *mobile AR*
2. Platform: Android
3. AR Tracking: *markerless*
4. Interaksi: virtual button
5. Teknologi: SDK Vuforia (AR), Unity 3D (lingkungan pengembangan), Blender 3D (3D software modelling)
6. Distribusi aplikasi: website dan Google Play.

Komponen utama penyusun aplikasi *mobile AR* ini adalah *marker* dan aplikasi AR yang berjalan di sistem Android. Marker yang dimaksud adalah sebuah gambar acuan yang berfungsi sebagai pemicu munculnya informasi multimedia ketika aplikasi AR berjalan. Teknologi marker yang digunakan oleh aplikasi AR dapat berupa teknologi *marker based* ataupun *markerless*. Teknologi *marker based* memerlukan fiducial marker, yaitu gambar spesifik terdiri atas komposisi kotak hitam putih yang dicetak [12].



Gambar 3. Contoh *Fiducial Marker*

Teknologi *marker* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah teknologi *markerless*, yaitu dengan menggunakan foto gambar alat praktikum yang ditambahkan pada *hardcopy* modul praktikum.



Gambar 4. *Marker* yang Digunakan

Cara kerja aplikasi secara umum digambarkan pada flowchart Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Sistem

Modul berupa materi cetak dengan muatan tambahan marker akan didistribusikan melalui website dan dapat diunduh kemudian dicetak oleh mahasiswa. Aplikasi android akan didistribusikan melalui website dan Google Play sehingga dapat diunduh dan diinstall oleh pengguna.

Aplikasi media belajar berbasis AR ini akan dibuat dengan dua screen utama, yaitu screen untuk menampilkan model perangkat utama dan model perangkat pendukung, dan screen kedua adalah screen untuk menampilkan video langkah-langkah pelaksanaan praktikum. Susunan muatan langkah-langkah pelaksanaan praktikum akan mengikuti hasil dari tahapan analisis sistem pada Tabel 3.

### Tahap Implementasi dan Pengujian Unit

Tahap implementasi dilakukan dengan menggunakan perangkat berikut ini:

1. Vuforia SDK, digunakan sebagai perangkat pengembang Augmented Reality (AR) berbasis mobile.
2. Unity 3D, digunakan sebagai lingkungan kerja pengembangan aplikasi
3. Blender 3D, digunakan untuk membuat model 3D dari perangkat praktikum.

Secara garis besar, tahapan pembuatan aplikasi AR media belajar praktikum penyambungan serat optik adalah sebagai berikut:

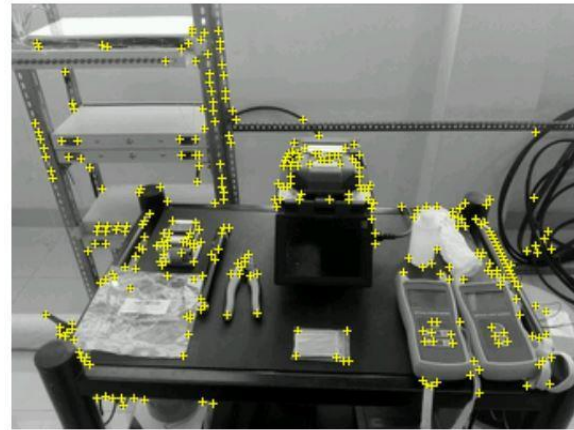
1. Pembuatan model 3D dari perangkat praktikum menggunakan Blender 3D
2. Pengambilan video langkah-langkah pelaksanaan praktikum
3. Pembuatan marker
4. Integrasi marker ke dalam aplikasi AR menggunakan Unity 3D
5. Pembuatan interaktifitas pengguna menggunakan integrasi dari Unity 3D, Vuforia, dengan bahasa pemrograman C#.

*Marker* digunakan sebagai objek acuan bagi aplikasi AR untuk memposisikan informasi atau objek 3D pada tampilan layar *smartphone*. Vuforia memungkinkan pengembang untuk memilih gambar sesuai keperluan sebagai *marker*. Pembuatan *marker* menggunakan fasilitas *target manager* yang tersedia di *website developer* Vuforia. Gambar yang akan dijadikan *marker* harus diunggah dan diproses terlebih dahulu oleh *tools* Vuforia.

Vuforia memiliki mekanisme untuk menilai kelayakan *marker*. Ketika mengunggah gambar *marker*, secara otomatis Vuforia akan memberikan penilaian terhadap jumlah fitur yang dapat dikenali yang terdapat pada gambar *marker*. Semakin banyak jumlah titik yang dikenali maka gambar tersebut semakin baik untuk dijadikan *marker*.

Gambar 6 menampilkan titik titik fitur yang dapat dikenali dari *marker* (berupa titik-titik kecil berwarna kuning). *Marker* yang digunakan dalam pengembangan media belajar ini berjumlah dua. Satu *marker* untuk *scene* pengenalan alat, dan satu *marker* untuk *scene* video praktikum.

Pada pengenalan alat, *marker* yang digunakan satu buah, sedangkan untuk menampilkan perangkat yang berbeda-beda dilakukan melalui *virtual button*. *Virtual button* tersebut akan memicu tampilnya perangkat yang sesuai.



Gambar 6. Fitur pada Marker

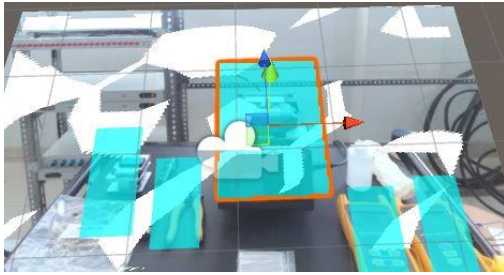
Kelayakan *marker* untuk digunakan juga dapat dilihat pada penilaian rating *Augmentable* yang diberikan pada halaman *target manager*. Semakin banyak rating yang diberikan maka gambar tersebut semakin baik untuk digunakan sebagai *marker*.



Gambar 7. Penilaian Rating Augmentable

Fungsi interaktif dari aplikasi disajikan dalam bentuk *virtual button*. *Virtual button* merupakan salah satu aset dari Vuforia SDK, sedangkan untuk pengaturan *virtual button* dapat melalui panel di lingkungan kerja Unity 3D dan juga menggunakan bahasa pemrograman C#.

Konsep *virtual button* pada dasarnya adalah mendeteksi *occlusion* pada wilayah yang telah ditentukan sebelumnya. Apabila wilayah-wilayah yang terdefinisi sebagai area *virtual button* terhalang dari kamera, misalnya tertutup oleh jari atau tangan pengguna, maka aplikasi akan melakukan aksi-aksi tertentu, tergantung dari definisi oleh pengembang di dalam *script*.



Gambar 8. Mendefinisikan Area Virtual Button

### Tahap Integrasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini model 3D dan video diintegrasikan bersama aplikasi AR. Hasil tampilan *user interface* pada *prototype* media belajar berbasis AR terdiri dari dua *screen* yaitu *user interface* untuk *screen* model 3D perangkat praktikum (Gambar 8), dan *user interface* untuk video langkah-langkah praktikum (Gambar 9).



Gambar 9. User Interface untuk Screen Model Perangkat Praktikum



Gambar 10. User Interface untuk ScreenVideo Langkah-Langkah Praktikum

*Screen* model perangkat praktikum digunakan untuk menampilkan perangkat praktikum *fusion splicer* dan perangkat pendukung. Gambar masing-masing alat pada *marker* berfungsi sebagai *virtual button*. Apabila gambar alat tersebut disentuh oleh tangan pengguna maka akan muncul perangkat sesuai dengan gambar. Perangkat ditampilkan dalam bentuk model 3D.

Sedangkan *screen* video digunakan untuk menampilkan langkah-langkah praktikum mulai dari persiapan hingga pengetesan.

Tampilan *prototype* media belajar berbasis AR apabila dijalankan dan diarahkan ke *marker* seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 11. Tampilan Model Alat Fusion Splicer pada Layar Smartphone.

Pengujian yang telah dilaksanakan adalah pengujian tahap awal dengan deskripsi pengujian seperti pada Tabel 4. Pengujian ini dilakukan pada *smartphone* ASUS ZenFone Go X007D dengan sistem Android 6.0.1 Marshmallow.

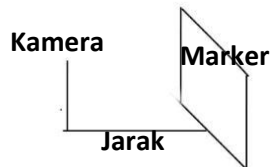
Tabel 4. Deskripsi Pengujian

No.	Parameter Uji	Deskripsi
1.	Tampilan Akhir	Menguji tampilan layout AR dan posisi objek 3D pada kamera
2.	Keterbacaan <i>Marker</i>	a. Menguji jarak optimal antara kamera <i>smartphone</i> dengan <i>marker</i> b. Menguji sudut optimal antara <i>smartphone</i> dengan <i>marker</i> c. Menguji intensitas cahaya optimal diruangan pada saat aplikasi dijalankan
3.	<i>Interaktifitas</i>	Menguji ukuran dan posisi <i>virtual button</i>

Ukuran model 3D yang digunakan pada saat pembuatan di *software* Blender 3D sangat mempengaruhi tampilan akhir model 3D pada aplikasi. Perlu dilakukan beberapa kali percobaan untuk dapat menghasilkan proporsi yang tepat antara model 3D dan ukuran gambar *marker*.

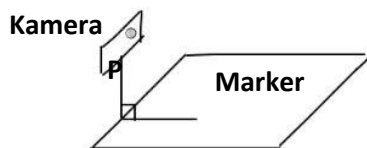
Pada uji keterbacaan *marker*, diuji jarak optimal antara kamera *smartphone* dengan *marker*,

sudut optimal antara kamera *smartphone* dengan *marker*, dan intensitas cahaya saat aplikasi digunakan. Pengujian jarak seperti tampak pada Gambar 11 menunjukkan bahwa *marker* sulit dikenali pada jarak  $\leq 5$ cm. Semakin jauh kamera dari *marker*, proses pengenalan *marker* masih dapat berlangsung, namun tampilan model 3D alat menjadi semakin tidak jelas. Jarak optimal didapatkan pada jarak 20 cm – 30 cm dengan kertas *marker* berukuran A4.



Gambar 11. Pengujian jarak

Pengujian sudut dilakukan seperti pada Gambar 12. Pertama kamera *smartphone* diarahkan 90 derajat terhadap marker, kemudian kamera diputar dengan pusat P arah mendekati *marker*. Dari pengujian didapatkan sudut optimal kamera *smartphone* dengan *marker* adalah  $\leq 90$  derajat.



Gambar 12. Pengujian sudut

Aplikasi dijalankan pada ruangan dengan kondisi pencahayaan yang berbeda. Aplikasi yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada ruangan adalah 3 aplikasi *smartphone* pengukur intensitas cahaya yaitu Lux Meter, Lux Light, dan Light Meter. Pengujian dilakukan pada jam yang sama (pagi, siang, sore) di ruangan yang berbeda. Pada setiap pengujian, *marker* dapat dikenali dan model 3D dapat dimunculkan, namun *marker* mulai sulit dikenali pada kondisi intensitas cahaya  $\leq 50$  Lux.

Penempatan *virtual button* juga harus dipertimbangkan sehingga proses *occlusion* pada masing-masing *virtual button* tidak mengganggu *virtual button* yang lain. dapat terjadi ketika pengguna menyentuh suatu *button* maka *occlusion* juga terjadi pada *button* yang berdekatan, sehingga muncul objek 3D yang tidak dimaksudkan oleh pengguna.

## KESIMPULAN

1. Proporsi antara ukuran gambar *marker* mempengaruhi apakah model 3D nantinya dapat ditampilkan dengan baik.
2. *Virtual button* cukup sensitif dengan *occlusion* yang terjadi, apabila gambar sedikit tertutup tangan maka model 3D yang diacu akan muncul. Sehingga perlu dipertimbangkan dengan baik penempatan *virtual button* agar posisi tidak saling mengganggu antara satu dengan yang lain.
3. Jarak optimal antara kamera *smartphone* dengan *marker* adalah 20-30 cm, dengan sudut optimal  $\leq 90$  derajat, dan kondisi pencahayaan  $\geq 50$  Lux.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, D., et al., 2017, Penggunaan Multimedia Pembelajaran Interaktif untuk Meningkatkan Keterampilan Menulis English Simple Sentences pada Mata Kuliah Basic Writing di STKIP Garut, *Pedagogia Jurnal Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia*, Vol 15, No 1, hal 630-643.
- La Hompu, U. H., et al., 2016, Multimedia Pembelajaran Interaktif Makhraj Huruf Hijaiyah, Wudu, dan Sholat Menggunakan Adobe Flash CS6 Berbasis Android, *Jurnal Semantik Universitas Halu Oleo*, Vol 2, No 2, hal 103-112.
- Susilo, J., et al., 2017, Pengembangan Media Pembelajaran Virtual dan Interaktif untuk Mensimulasikan Instalasi Jaringan Listrik di SMK 2 Surakarta, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pasca Sarjana Teknologi Pendidikan FKIP Universitas Sebelas Maret*, Surakarta, hal 104-116.
- Hanafi, H., Nurhasanah, E., 2017, Penggunaan Multimedia Pembelajaran Berbasis Tutorial dengan Software Autoplay Media Studio 7.0, *Prosiding Semnasteknomedia STMIK AMIKOM Yogyakarta*, Vol 5, No 1, hal. 12-187 - 192.
- Hartanto, N., et al., 2016, Rancang Bangun Media Pembelajaran IPA Organ Pencernaan Berbasis Role Playing Game untuk Kelas V SD, *Komputaki, Jurnal Fakultas Ilmu Komputer Universitas AKI Semarang*, Vol 1, No 1, hal 39-55.



- Rofiq, A., 2012, Peningkatan Kualitas Proses dan Hasil Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Melalui Pembelajaran Berbasis Multimedia di SMP Negeri 1 Banjarnegara, *AL Qalam, Jurnal Kependidikan*, Vol 6, No 1, hal. 84-101.
- Musahrain, et al., 2017, Pengaplikasian Mobile Learning sebagai Media dalam Pembelajaran, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pasca Sarjana Teknologi Pendidikan FKIP Universitas Sebelas Maret*, Surakarta hal 125-130.
- Wu, H. K., et al., 2013, Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education, *Computers & Education*, Vol. 62: hal 41-49.
- Sommerville, I., 2011, *Software Engineering; Ninth Edition*, Ch. 2, Addison-Wesley, USA,
- Yablon, A. D., 2005, *Optical Fiber Fusion Splicing*, Ch. 1, Springer.
- Fitrian, A., et al., 2016, *Modul Praktikum Komunikasi Serat Optik*, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom, Purwokerto.
- Billinghurst, M., et al., 2014, A Survey of Augmented Reality, *Foundations and Trends in Human Computer Interaction*, Vol. 8, No. 2-3, hal 73-272.