

IMPLEMENTASI VIRTUAL LABORATORY SISTEM KOMUNIKASI OPTIK PADA JURUSAN D3 TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI BERBASIS MARKERLESS AUGMENTED REALITY

IMPLEMENTATION OF VIRTUAL LABORATORY OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM IN D3 OF TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY BASED ON MARKERLESS AUGMENTED REALITY

Jojo Simanullang¹, Muhammad Iqbal², Tri Nopiani Damayanti³

^{1, 2, 3}Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

¹jojorsimanullang00@gmail.com, ²miqbal@telkomuniversity.ac.id,

³damayanti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sistem Komunikasi Optik adalah salah satu mata kuliah yang terdapat pada jurusan D3 Teknologi Telekomunikasi dan memiliki laboratorium untuk melakukan pelaksanaan praktikum. Pada mata kuliah Sistem Komunikasi Optik ini memiliki beberapa modul pembelajaran yang harus dilaksanakan didalam laboratorium supaya mahasiswa dapat berinteraksi secara langsung dengan perangkat-perangkat yang terdapat didalam sistem komunikasi optik. Namun dikarenakan adanya pandemi saat ini yang menyebabkan pembelajaran dilingkungan kampus beralih kedalam pembelajaran online sehingga pelaksanaan beberapa praktikum ditiadakan termasuk praktikum dari mata kuliah Sistem Komunikasi Optik sendiri dan karena perubahan sistem pembelajaran ini menyebabkan akses kedalam laboratorium dibatasi. Aplikasi ini dirancang untuk membantu pelaksanaan praktikum sistem komunikasi optik pada jurusan D3 Teknologi Telekomunikasi, aplikasi ini akan menampilkan alat-alat yang digunakan pada saat praktikum yang dilaksanakan didalam laboratorium secara *real time* dan berbentuk 3D. Berdasarkan hasil pengujian, semua konten dan sistem dalam aplikasi berfungsi seperti yang diharapkan, dimana aplikasi SKO Virtual Laboratory mampu menampilkan objek dengan benar. Berdasarkan hasil 25 responden, hasil survei permintaan aplikasi memberikan skor MOS terbaik dengan nilai 4,84 sedangkan survei manfaat aplikasi MOS memberikan skor MOS terbaik hasil terbaik dengan nilai 4,8.

Kata kunci: *virtual laboratory, sistem komunikasi optik, augmented reality, markerless, unity, blender, real time.*

Abstract

Optical Communication System is one of the courses in the D3 Telecommunication Technology major and has a laboratory to carry out practical work. In this Optical Communication System course, there are several learning modules that must be carried out in the laboratory so that students can interact directly with the devices contained in the optical communication system. However, due to the current pandemic which causes learning in the campus environment to switch to online learning so that the implementation of several practicums is eliminated, including the practicum from the Optical Communication System course itself and because of this change in the learning system, access to the laboratory is limited. This application is designed to assist the implementation of the optical communication system practicum in the D3 Telecommunication Technology major, this application will display the tools used during the practicum carried out in the laboratory in real time and in 3D form. Based on the test results, all content and systems in the application function as expected, where the SKO Virtual Laboratory application is able to display objects. Based on the results of 25 respondents, the results of the application request survey gave the best MOS score with a value of 4.84 while the MOS application benefits survey gave the best MOS score with a score of 4.8.

Keywords: *virtual laboratory, optical communication system, augmented reality, markerless, unity, blender.*

1. PENDAHULUAN

Sistem Komunikasi Optik adalah salah satu mata kuliah yang terdapat pada jurusan D3 Teknologi Telekomunikasi dan memiliki laboratorium sendiri. Pada mata kuliah Sistem Komunikasi Optik ini memiliki beberapa modul pembelajaran yang harus dilaksanakan didalam laboratorium. Pelaksanaan praktikum memiliki alat dan bahan yang hanya tersedia didalam laboratorium. Namun dikarenakan adanya pandemi saat ini yang menyebabkan pembelajaran dilingkungan kampus ditiadakan dan diganti dengan pembelajaran online sehingga pelaksanaan beberapa praktikum ditiadakan termasuk praktikum dari mata kuliah Sistem Komunikasi Optik sendiri.

Selama bertahun-tahun, beberapa penelitian telah melakukan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* sebagai media edukasi salah satunya adalah pembuatan *Augmented Reality* Tata Surya [1] dimana dalam penelitian ini membuat model tata surya, termasuk bumi, bulan, matahari, dan delapan planet lainnya dengan menggunakan data NASA yang sebenarnya untuk mengatur ukuran dan tekstur setiap benda langit sehingga dapat dibuat animasi putaran dan orbit planet menggunakan pemrograman C#. Penelitian yang kedua adalah “Pengembangan Aplikasi *Markerless Augmented Reality Balinese Story I Gede Basur*” [2]. Dalam penelitian ini penulis membuat sebuah aplikasi berbasis android minimal versi android, dimana sistem aplikasi tersebut dapat menampilkan animasi 3D cerita I Gede Basur serta sistem dapat melakukan rotasi pada objek 3D tersebut. Penelitian ketiga adalah “Aplikasi Pengenalan Situs Bersejarah di Kota Pekanbaru dengan *Augmented Reality Markerless* berbasis Android” [3]. Dalam penelitian ini penulis membuat sebuah aplikasi berbasis android minimal OS android 4.4 (kitkat) yang dapat menampilkan situs bersejarah kota Pekanbaru dengan menerapkan teknologi *Augmented Reality Markerless*. Penelitian keempat adalah “Implementasi Virtual Laboratory Sistem Komunikasi Optik Berbasis *Augmented Reality*” [4] yang telah membuat aplikasi yang menampilkan objek 3D dari alat OPM, OTDR, Fusion Splicer, Connector, splitter, dan patchcord dalam sebuah marker yang direkam oleh kamera *smartphone* android.

Perkembangan dari sistem komunikasi optik menuntut seorang mahasiswa pada jurusan D3 Teknologi Telekomunikasi harus mengetahui perangkat yang digunakan dalam sistem komunikasi optik, media belajar merupakan hal yang sangat berpengaruh dalam proses pembelajaran, perkembangan media pembelajaran dengan AR dapat membantu mahasiswa lebih mudah untuk mengenal dan melihat secara virtual [5]. Oleh karena itu pada penelitian ini memberikan solusi dari masalah tersebut yaitu dengan merancang sebuah aplikasi *Virtual Laboratory* berbasis *Markerless Augmented Reality*. *Virtual laboratory* berbasis *Markerless Augmented Reality* adalah suatu proses pembelajaran elektronik dengan menggunakan kecanggihan teknologi dari *Augmented Reality* yaitu menggabungkan objek dunia nyata dan maya yang interaktif pada olahan data waktu nyata sehingga dapat menampilkan objek 3D tanpa menggunakan marker. Salah satu manfaat dari *Virtual Laboratory* berbasis *Markerless Augmented Reality* ini adalah memiliki akses yang fleksibel yaitu dapat diakses dimanapun dan kapanpun serta dapat menampilkan objek 3D atau 2D tanpa menggunakan marker. Penelitian ini dibagi menjadi 4 bab, dimana bab 1 yaitu pendahuluan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah serta tujuan, bab 2 yaitu dasar teori membahas tentang teori pendukung pengerjaan penelitian ini, bab 3 yaitu perancangan aplikasi membahas tentang deskripsi serta alur pengerjaan penelitian ini, bab 4 yaitu hasil dan analisis membahas hasil akhir penelitian serta bab 5 membahas tentang kesimpulan dan saran atas penelitian yang telah dilakukan.

2. DASAR TEORI

2.1 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah augmented reality dalam teknologi grafis dunia nyata, dengan definisi gabungan dari objek interaktif virtual dan nyata dalam pemrosesan data waktu nyata [6]. Sedangkan definisi lain AR adalah rangkaian proses *reality-virtuality* yang berkesinambungan dimana proses tersebut bergeser dari lingkaran nyata ke lingkungan virtual [7].

2.2 Unity

Unity 3D atau Unity adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat berbagai aplikasi seperti game, aplikasi seperti game, aplikasi 3D atau 2D. Unity memiliki kerangka kerja (*framework*) yang lengkap untuk pengembangan teknologi profesional. Unity didukung beberapa bahasa pemrograman, diantaranya C# [8].

2.3 Blender

Blender merupakan perangkat lunak grafis komputer 3D *open source*. Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat kartun, efek visual, model cetak 3D, aplikasi 3D interaktif, dan permainan video. Blender memiliki beberapa fitur termasuk pemodelan 3D, pembuatan tekstur, pengeditan bitmap.

2.4 Vuforia SDK

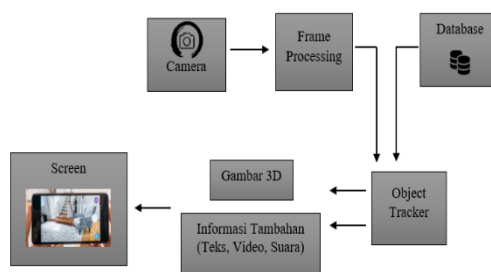
Vuforia adalah *augmented reality Software Development Kit* (SDK) untuk perangkat seluler yang memungkinkan pembuatan aplikasi *augmented reality*. Vuforia SDK memiliki keunggulan yaitu stabil dan efisien dalam teknik pengenalan gambar dan menyediakan sejumlah fitur yang memungkinkan aplikasi dapat berjalan di perangkat seluler.

2.5 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio adalah paket perangkat lunak lengkap yang dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi, baik itu aplikasi lini bisnis, aplikasi pribadi, atau komponen aplikasi, seperti aplikasi konsol, aplikasi Windows, atau aplikasi.

3. PERANCANGAN APLIKASI

3.1 Deskripsi Umum Sistem



Gambar 1. Sistem Kerja Aplikasi

Dari Gambar 1 dapat dideskripsikan bahwa alur kerja sistem dimulai dari pengambilan gambar *markerless* dengan kamera atau *webcam*. *Markerless* tersebut dikenali berdasarkan *feature* yang dimiliki, kemudian masuk ke dalam *object tracker* yang disediakan oleh *Software Development Kit* (SDK). Di sisi lain, *markerless* tersebut telah didaftarkan dan disimpan ke dalam *database*. *Object*

tracker selanjutnya akan melacak dan mencocokkan *markerless* tersebut agar dapat menampilkan informasi yang sesuai. Hasil keluaran elacakan marker segera ditampikan kedalam layar komputer atau layar ponsel cerdas. Informasi yang ditampilkan melekat pada marker bersangkutan secara *real-time*.

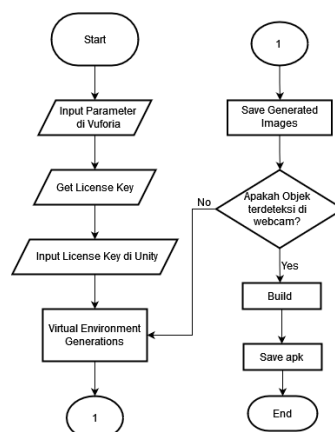
3.2 Perancangan Objek 3D

Sebelum melakukan perancangan pada aplikasi penulis akan melakukan perancangan objek 3D di blender dimana proses pembentukan objek 3D akan menyesuaikan bentuk nyata dari objek yang telah dipilih untuk digunakan. Adapun objek yang akan digunakan pada aplikasi ini adalah fusion splicer, cleaver, Optical Power Meter (OPM), Optical Time Domain Reflectometer (OTDR), Patch Cord, Splitter, dan Optical Distribution Point Closure.



Gambar 2. Perancangan Objek Pada Blender

3.3 Sistem Perancangan Aplikasi



Gambar 3. Sistem Perancangan Sistem

Dari Gambar 3 dapat dideskripsikan bahwa sistem perancangan aplikasi dimulasi dari input parameter pada *vuforia* yaitu dengan cara *login* pada *web vuforia* yang sudah tersedia kemudian masuk kedalam *tools develop* untuk mendapatkan *license key* yang akan diinput kedalam aplikasi Unity yang berfungsi untuk mengaktifkan AR kamera yang digunakan untuk mendeteksi objek. Pada tahap *virtual environment generations* merupakan tahap menginput objek dari blender kedalam unity serta mengkonfigurasi objek tersebut sehingga dapat dideteksi oleh sistem dimana objek dari blender harus di ekspor menjadi format *.fbx* lalu diinput kedalam *scene* unity yang sudah dikonfigurasi dimulai dari AR kamera sampai dengan komponen-komponen lainnya.

Setelah objek telah berhasil diinput kedalam *scene* maka tahap selanjutnya adalah menyimpan material dari objek AR tersebut dan melakukan *running* di unity agar mengetahui apakah objek dapat terdeteksi di *webcam* atau tidak. Jika objek tidak terdeteksi maka akan

dilakukan pemeriksaan pada tahap *virtual environment generations*, dan jika objek terdeteksi di *webcam* maka akan dilakukan tahap *build* yang menghasilkan file dengan format .apk yang akan di *install* didalam *smartphone android*.

3.4 Pembuatan dan Perancangan Aplikasi

3.4.1 Spesifikasi Perangkat

Dalam proses pembuatan aplikasi ini dibutuhkan *software* dan *hardware* yang membantu pembangunan aplikasi AR tersebut adapun spesifikasi dari *hardware* yang digunakan:

1. Laptop

Berdasarkan spesifikasi laptop yang digunakan oleh penulis, dapat menggunakan software blender, unity 3D, dan android studio dan visual studio.

Tabel 1 Spesifikasi Laptop

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Asus
OS	Windows 10
Tipe Sistem	64 bit
Memori	4 GB
Prosesor	Intel(R) Core(TM) i3

2. Smartphone

Smartphone android digunakan untuk menguji aplikasi yang memindai lingkungan atau menyetel penanda untuk menampilkan objek 3D.

Tabel 2 Spesifikasi Smartphone Android

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Oppo A92
OS	Android
Kamera Utama	48MP
Memori	8 GB
Prosesor	QualcommSnapdragon665

4. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

4.1 Pengujian Black box

Pengujian *black box* merupakan salah satu metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada fungsionalitas terutama *input* dan *output* sehingga dapat diketahui bahwa aplikasi yang sudah dibuat berjalan sesuai dengan harapan atau belum [9]. Pelaksanaan pengujian *black box* pada aplikasi *virtual laboratory* yang menggunakan metode *markerless augmented reality* ini dilakukan di beberapa OS android yang berbeda yaitu dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3 Perangkat OS Android yang Digunakan

Nama Perangkat	Samsung J7 Prime	Vivo V9	Xiaomi Redmi Note 7
Versi OS Android	Android 6.0.1 (Marshmallow)	Android 8.1 (Oreo)	9 Pie
Processor	octa-core Exynos 7870	Qualcom m MSM8953-Pro Snapdragon 626	Octa Core
Ukuran Layar	5.5''	6.3''	6''
RAM	3 GB	4 GB	4 GB
Kamera Belakang	13 MP	16 MP	48 MP

1. Pengujian Kasus Uji 1

Tujuan pengujian kasus uji 1 adalah untuk memeriksa kebenaran proses aplikasi. Proses pengujian dimulai dari aplikasi pertama dijalankan hingga akhir penutupan aplikasi menggunakan 3 jenis smartphone *Android* sebagai media pengujian.

Tabel 4 Pelaksanaan Kasus Uji 1

No.	Nama Perangkat	Hasil Pengujian		Deskripsi
		Berhasil	Tidak	
1.	Samsung J7 Prime	Ya		Dengan menggunakan android Samsung J7 Prime, aplikasi dapat berjalan dengan baik dimana setiap button maupun scene yang terdapat didalam aplikasi dapat ditampilkan sesuai dengan ukuran layar android yang digunakan, dan objek 3D juga dapat ditampilkan dengan baik, serta sistem membutuhkan waktu selama 6 detik menampilkan menu utama.

	Vivo V9	Ya		Dengan menggunakan android Vivo V9, aplikasi dapat berjalan dengan baik dimana setiap button maupun scene yang terdapat didalam aplikasi dapat ditampilkan sesuai dengan ukuran layar android yang digunakan, dan objek 3D juga dapat ditampilkan dengan baik, serta sistem membutuhkan waktu selama 8 detik menampilkan menu utama.
	Xiaomi Redmi Note 7	Ya		Dengan menggunakan android Xiaomi Redmi Note 7, aplikasi dapat berjalan dengan baik dimana setiap button maupun scene yang terdapat didalam aplikasi dapat ditampilkan sesuai dengan ukuran layar android yang digunakan, dan objek 3D juga dapat ditampilkan dengan baik, serta sistem membutuhkan waktu selama 5 detik menampilkan menu utama.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, aplikasi yang dijalankan dengan menggunakan 3 perangkat android yang berbeda berhasil dimana setiap button maupun scene yang terdapat didalam aplikasi dapat ditampilkan sesuai dengan ukuran layar android yang digunakan, dan objek 3D juga dapat ditampilkan dengan baik.

2. Pengujian Kasus Uji 2

Tujuan pengujian kasus uji 2 adalah untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibuat sudah berjalan dengan baik dan benar pada saat kondisi kamera *smartphone* melakukan pendeteksian objek, baik arah maupun posisi dari kamera tersebut.

Tabel 5 Pelaksanaan Kasus Uji 2

No.	Bentuk Pengujian	Arah Kamera Smartphone	Hasil yang Diharapkan	Deskripsi
1.	Pengujian tracking object dengan arah yang berbeda menggunakan kamera smartphone	Mengarahkan kamera bagian belakang smartphone ke depan dengan sudut 180° (Arah mata angin sebelah Selatan)	Objek 3D belum terdeteksi	Jadi pengujian dengan mengarahkan kamera smartphone ke arah Selatan objek 3D belum terdeteksi.
2.	Pengujian tracking object dengan arah yang berbeda menggunakan	Mengarahkan kamera bagian belakang smartphone ke depan dengan sudut 270° (Arah	Objek 3D belum terdeteksi	Jadi pengujian dengan mengarahkan kamera smartphone ke arah Barat objek 3D belum terdeteksi.

	kamera smartphone	mata angin sebelah Barat)		
3.	Pengujian tracking object dengan arah yang berbeda menggunakan kamera smartphone	Mengarahkan kamera bagian belakang smartphone ke depan dengan sudut 0° atau 360° (Arah mata angin sebelah Utara)	Objek 3D terdeteksi	Jadi pengujian dengan mengarahkan kamera smartphone ke arah Utara objek 3D terdeteksi.
4.	Pengujian tracking object dengan arah yang berbeda menggunakan kamera smartphone	Mengarahkan kamera bagian belakang smartphone ke depan dengan sudut 90° (Arah mata angin sebelah Timur)	Objek 3D belum terdeteksi	Jadi pengujian dengan mengarahkan kamera smartphone ke arah Timur objek 3D belum terdeteksi.

Dari hasil pengujian pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa kamera smartphone dapat mendeteksi objek 3D dengan baik jika kamera bagian belakang smartphone diarahkan ke depan dengan sudut 0° atau 360° (Arah mata angin sebelah Utara). Objek terdeteksi pada sudut 0° atau 360° dikarenakan sistem AR kamera unity secara *default* telah di *setting* menggunakan konsep *Gyroscope*. Konsep *Gyroscope* digunakan untuk melacak rotasi atau perputaran sudut perangkat berdasarkan gerakan yang dapat mempertahankan objek dapat terdeteksi di sudut tertentu.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian aplikasi untuk mengetahui validasi dari setiap menu, *button*, serta *scene* yang terdapat didalam aplikasi.

a. Pengujian Tombol dan Menu

Pengujian tombol ini berfungsi untuk mengetahui validasi dari setiap tombol yang tersedia didalam aplikasi yang sudah dirancang.

Tabel 6 Pengujian Tombol dan Menu

Komponen Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
Tombol yang tersedia didalam aplikasi	User membuka aplikasi	Tampilan <i>main menu</i>	Valid
	User menekan setiap tombol atau menu	Tampilan sub menu berisi scene sesuai	Valid

	yang tersedia didalam main menu.	dengan fungsi setiap tombol yang tersedia di main menu.	
	User menekan setiap tombol atau menu yang tersedia dibutton <i>play</i> .	Menampilkan <i>scene</i> yang terdapat dimenu pilih objek dan kuis dengan baik.	Valid
	User memilih <i>button back</i>	Sistem akan kembali ke menu sebelumnya	Valid

Pengujian tombol dilakukan untuk membuktikan setiap menu ataupun tombol pada aplikasi ini valid dan sesuai dengan yang diharapkan. Setiap menu dan tombol pada aplikasi ini ini valid dan berfungsi dengan baik. Pengujian ini valid terbukti dengan ketika pengguna memilih setiap tombol dan menu maka sistem akan menampilkan scene sesuai perintah tombol dan menu yang dipilih.

4.2 MOS Pengujian Performance Aplikasi

Pengujian MOS melibatkan 25 responden yang berasal dari mahasiswa Telkom University jurusan D3 Teknologi Telekomunikasi yang sudah atau yang belum mengambil mata kuliah Sistem Komunikasi Optik. Pengujian performance aplikasi berfungsi untuk menilai manfaat konten aplikasi AR serta mengetahui aplikasi dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah SKO.

Tabel 7 Parameter Pengujian MOS

NILAI	KETERANGAN
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Cukup Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Tabel 8 Hasil Jawaban Kuisisioner Performance Aplikasi

No.	Pernyataan	SS	S	CS	TS	STS
1.	Aplikasi ini mudah digunakan.	21	4	0	0	0
2.	Aplikasi ini sangat menarik karena dapat menampilkan objek 3D secara real-time.	20	5	0	0	0

3.	Aplikasi ini praktis untuk digunakan dikarenakan tidak membutuhkan marker dalam menampilkan objek 3Dnya.	20	5	0	0	0
4.	Aplikasi ini efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk mata kuliah Sistem Komunikasi Optik.	21	4	0	0	0
5.	Aplikasi ini mudah dipahami (user friendly).	20	4	1	0	0
6.	Aplikasi ini sangat dibutuhkan mahasiswa ketika pembelajaran dilakukan mandiri maupun secara online.	20	5	0	0	0
7.	Video serta informasi yang terdapat pada aplikasi sangat membantu dalam memperkenalkan peralatan yang terdapat pada Sistem Komunikasi Optik.	20	4	1	0	0

Secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

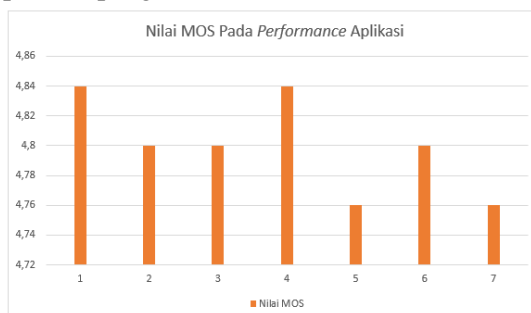
$$MOS = \frac{\sum_{i=1}^n x(i)k}{N} \quad (1)$$

Keterangan :

X(i) = Nilai sampel ke i

K = Jumlah bobot

N = Jumlah Responden/pengamat



Gambar 3. Nilai MOS pada Performance Aplikasi

Tabel 9 Nilai manfaat aplikasi berdasarkan rata-rata nilai MOS (\overline{MOS})

Nilai	Keterangan
$4 < (\overline{MOS}) \leq 5$	Sangat Bermanfaat
$3 < (\overline{MOS}) \leq 4$	Bermanfaat
$2 < (\overline{MOS}) \leq 3$	Cukup Bermanfaat
$1 < (\overline{MOS}) \leq 2$	Tidak Bermanfaat
$0 < (\overline{MOS}) \leq 1$	Sangat Tidak Bermanfaat

Hasil yang diperoleh berdasarkan survey dari 25 orang responden, hasil dari perhitungan secara matematis pada poin pernyataan 1 dan 4 sebanyak 21 responden memilih sangat setuju dan 4 responden memilih setuju sehingga secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 4,84, dimana hasil MOS yang diperoleh merupakan hasil yang membuktikan bahwa aplikasi ini mudah untuk digunakan dan aplikasi ini efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk mata kuliah Sistem Komunikasi Optik. Pada poin pernyataan 2, 3, dan 6 sebanyak 20 responden memilih sangat setuju dan 5 responden memilih setuju sehingga secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 4,8, dimana hasil MOS yang diperoleh merupakan hasil yang membuktikan bahwa aplikasi ini sangat menarik karena dapat menampilkan objek 3D secara real-time, aplikasi ini praktis untuk digunakan dikarenakan tidak membutuhkan marker dalam menampilkan objek 3Dnya, dan aplikasi ini sangat dibutuhkan mahasiswa ketika pembelajaran dilakukan mandiri maupun secara online. Pada poin pernyataan 5 dan 7 sebanyak 20 responden memilih sangat setuju, 4 orang memilih setuju dan 1 orang memilih cukup setuju sehingga secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 4,76, dimana hasil MOS yang diperoleh merupakan hasil yang membuktikan bahwa aplikasi ini Aplikasi ini mudah dipahamai (user friendly), serta video serta informasi yang terdapat pada aplikasi sangat membantu dalam memperkenalkan peralatan yang terdapat pada Sistem Komunikasi Optik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan aplikasi markerless augmented reality sebagai media edukasi tambahan pada mata kuliah sistem komunikasi optik telah dilakukan dengan baik dan sesuai dengan tujuan.
2. Aplikasi menampilkan objek 3D menggunakan konsep markerless augmented reality dengan mengarahkan kamera smartphone android kearah Utara.
3. Spesifikasi smartphone yang digunakan mempengaruhi performansi aplikasi markerless augmented reality.
4. Aplikasi memberikan informasi pembelajaran tentang perangkat sistem komunikasi optik Cleaver, Fusion Splicer, ODP Closure, OPM, OTDR, Patch Cord, dan Splitter yang menampilkan bentuk perangkat dalam tampilan 3D, video pengenalan perangkat tersebut serta dua puluh kuis yang berhubungan dengan perangkat tersebut.
5. Pada pengujian tingkat kebutuhan aplikasi *virtual laboratory* Sistem Komunikasi Optik berbasis *markerless augmented reality* untuk mahasiswa yang sudah dan yang belum mengambil mata kuliah Sistem Komunikasi Optik dengan cara subjektif, diperoleh hasil MOS terbaik dengan nilai sebesar 4,84 pada pernyataan “Aplikasi ini efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk mata kuliah Sistem Komunikasi Optik”.
6. Pada pengujian tingkat manfaat aplikasi *virtual laboratory* Sistem Komunikasi Optik berbasis *markerless augmented reality* untuk mahasiswa yang sudah dan yang belum mengambil mata kuliah Sistem Komunikasi Optik dengan cara subjektif, diperoleh hasil MOS terbaik dengan nilai sebesar 4,8 pada pernyataan “Aplikasi ini praktis untuk digunakan dikarenakan tidak membutuhkan marker dalam menampilkan objek 3Dnya”.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembangunan dan perancangan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Aplikasi dapat digunakan pada platform selain Android seperti iOS dan Windows.

2. Menggunakan metode markerless dengan konsep ground plane untuk pendeteksian objek yang akan ditampilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. B. Jonathan Linowes, *Augmented Reality for Developers*, UK: Packt Publishing, 2017.
- [2] I. G. M. D. I Gusti Gede Raka Wiradarma, "Pengembangan Aplikasi Markerless Augmented Reality Balinese Story "I Gede Basur"," vol. 6, pp. 30-38, 2017.
- [3] H. M. S. Heri Setiawan, "APLIKASI PENGENALAN SITUS BERSEJARAH DI KOTA PEKANBARU DENGAN AUGMENTED REALITY MARKERLESS BERBASIS ANDROID," vol. 9, pp. 387-395, 2019.
- [4] A. Zainet, "IMPLEMENTASI VIRTUAL LABORATORY SISTEM KOMUNIKASI OPTIK BERBASIS AUGMENTED REALITY," 2019. [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/147420/slug/implementasi-virtual-laboratory-sistem-komunikasi-optik-berbasis-augmented-reality.html>. [Diakses 29 12 2020].
- [5] W. H. H. Wahyudi U M W, "Pengembangan Media Edukatif Berbasis Augmented reality untuk Desain Interior dan Eksterior," *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 2017.
- [6] R. Azuma, "Tracking Requirements for Augmented Reality," dalam *Communications of the ACM* 36, 1993, pp. 355-385.
- [7] K. W.-j. Kim Young-geun, "Implementation of Augmented Reality," dalam *Journal of Multimedia and Ubiquitous*, 2014, pp. 385-392.
- [8] R. M. S. E. D. M. Nurrisma, "Perancangan Augmented Reality dengan Metode Marker Card Detection dalam Pengenalan Karakter Korea," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 16, p. 34, 2021.
- [9] C. B. Feby Zulham Adami, "Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. II, p. 129, 2016.