

PENGAPLIKASIAN *AUGMENTED REALITY*
SEBAGAI MEDIA PENGENALAN JENIS TANAMAN DAN HAMA
KEPADA PETANI

Application of Augmented Reality
As a Media Introduction Of Plants Types and Pests To Farmers

Muhammad Syahrizal Syaifullah¹, Tri Nopiani Damayanti, S.T., M.T.², Gande
Bayu Satrya, S.T., M.T., P.hD.³

^{1,2}Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, ³Prodi D3 Rekayasa Perangkat Lunak Aplikasi,
Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

syahrizal@student.telkomuniversity.ac.id, damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id,
gbs@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada dunia pertanian di Indonesia, petani dalam melakukan proses bercocok tanam perlu berbagai informasi terkait dengan tanaman yang akan ditanamnya. Penyampaian informasi saat ini biasa dilakukan oleh pihak yang berwenang dalam hal ini Dinas Pertanian setempat. Guna meningkatkan kualitas SDM pertanian dan modernisasi informasi, maka diperlukan media penyampaian informasi yang lebih interaktif.

Pada proyek akhir ini, dibuat aplikasi berbasis *Augmented Reality* sebagai media pengenalan jenis tanaman dan hama kepada petani. Aplikasi ini digunakan sebagai media penyampaian informasi kepada petani maupun pihak berwenang tentang tanaman dan hama yang menyeranginya. Jumlah objek yang terdapat pada aplikasi ini adalah 7 tanaman dan 7 hama.

Berdasarkan pengujian dari proyek akhir ini, aplikasi AR pertanian ini dapat berjalan dengan baik pada *android* dengan jarak optimal pengambilan gambar *marker* pada jarak 10-30 cm dan kemiringan sudut optimal pada sudut 0° hingga 45°. Pada pengujian kebutuhan aplikasi MOS (*Mean Opinion Score*) dengan hasil terbaik sebesar 4,5 sedangkan survey manfaat aplikasi MOS (*Mean Opinion Score*) dengan hasil terbaik sebesar 4,55.

Kata kunci : *Augmented Reality*, Tanaman, Hama, Pertanian

Abstract

In the world of agriculture in Indonesia, farmers in the process of farming need various information related to the plants to be planted. Submission of information is usually done by the relevant authorities in this case the local Agriculture Office. In order to improve the quality of agricultural human resources and modernize information, a more interactive media for delivering information is needed.

In this final project, an application based on Augmented Reality is made as a medium for introducing plant species and pests to farmers. This application is used as a medium for delivering information to farmers and authorities about the plants and pests that attack them. The number of objects contained in this application are 7 plants and 7 pests.

Based on testing from this final project, the AR application can run well on Android with an optimal distance of shooting markers at a distance of 10-30 cm and the optimal angle of inclination at an angle of 0° to 45°. In testing the needs of the application MOS (Mean Opinion Score) with the best results of 4.5 while the survey benefits of the application of MOS (Mean Opinion Score) with the best results of 4.55.

Keywords: *Augmented Reality*, Plants, Pests, Agriculture.

1. PENDAHULUAN

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda – benda nyata dan maya di lingkungan nyata berjalan secara interaktif dalam waktu yang sebenarnya (*Real Time*) [1]. Pentingnya *Augmented Reality* dalam kehidupan sehari – hari adalah dengan adanya teknologi AR, lingkungan nyata di sekitar kita akan dapat berinteraksi dalam bentuk digital. Teknologi AR ini dapat diterapkan pada berbagai bidang kehidupan salah satunya bidang pertanian.

Selama ini dalam dunia pertanian Indonesia, petani dalam menjalankan proses bercocok tanam untuk memperoleh informasi terkait tanaman dan hama yang menyerangnya adalah dengan metode secara konvensional yakni metode penyuluhan. Di era teknologi seperti saat ini diperlukan adanya penyesuaian dengan cara peningkatan kualitas SDM (Sumber Daya Manusia) serta modernisasi sistem penyampaian informasinya salah satunya dengan pembuatan aplikasi berbasis teknologi *Augmented Reality*.

Berdasarkan pada permasalahan diatas, maka proyek akhir ini mengembangkan penelitian dalam bentuk “Pengaplikasian *Augmented Reality* sebagai media pengenalan jenis tanaman dan hama kepada petani”. Aplikasi ini akan menampilkan objek 3D beserta informasi yang menyertainya. Kemudian terdapat *link Youtube* untuk menambah informasi dalam bentuk video supaya lebih menarik dan lebih mudah dipahami.

Pada proyek akhir ini nantinya sistem aplikasi ini dapat membantu memberikan informasi jenis tanaman dan hama serta penanganannya. Metode yang digunakan adalah metode *marker* yaitu dengan cara petani atau *user* mengarahkan kamera *smartphone* kearah *marker* berupa foto tanaman dan hama yang nantinya dari foto itu akan mengeluarkan objek 3D serta tombol informasi dan tombol youtube. Jika *user* ingin mencari informasi maka Ketika tombol informasi ditekan akan muncul informasinya kemudian untuk menuju *platform youtube*, *user* menekan tombol *youtube* yang nantinya sistem aplikasi akan mengarahkan ke video yang sudah disiapkan.

2. DASAR TEORI

2.1 *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) merupakan penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu yang sebenarnya (*real-time*), dan terdapat integrasi antar benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata. *Augmented Reality* dapat diterapkan pada aplikasi perangkat *mobile android* karena sistem pada *Augmented Reality* menganalisa secara *real-time* objek yang ditangkap dalam kamera yang bisa diimplementasikan pada perangkat yang memiliki GPS,akselerometer,kompas,dan kamera [2].

2.2 *Marker*

Marker yang dimaksud disini adalah pola yang dibuat dalam bentuk gambar yang akan dikenali oleh kamera. Pola *marker* dapat dibuat dengan *Photoshop*. Untuk *marker* standar, pola yang dikenali adalah pola *marker* dengan bentuk persegi dengan kotak hitam di dalamnya. Tetapi, saat ini sudah banyak pengembang *marker* yang membuat tanpa bingkai hitam misalnya menggunakan gambar atau foto suatu objek [3]. Contoh *marker* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Marker [4],[5]

2.3 *Markerless*

Untuk metode yang satu ini bernama *Markerless Augmented Reality* pada saat ini sedang giat dikembangkan. Keuntungan dari metode ini adalah pengguna tidak lagi memerlukan peralatan tambahan hanya untuk menampilkan berbagai elemen digital. Sebuah perusahaan besar, Total Immersion dan Qualcomm, sudah memproduksi berbagai teknik untuk *markerless tracking*. Diantara Teknik tersebut adalah *Motion Tracking*, *Face Tracking*, *GPS Based Tracking*, dan juga *3D Object Tracking* [6]. Contoh *markerless* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Markerless [7]

2.4 Unity 3D

Unity Merupakan suatu aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan *game multi platform* yang didesain untuk mudah digunakan. Unity itu bagus dan penuh perpaduan dengan aplikasi yang professional. Editor pada unity dibuat dengan *user interface* yang sederhana. Editor ini dibuat setelah ribuan jam yang mana telah dihabiskan untuk membuatnya menjadi nomor satu dalam urutan peringkat teratas untuk editor game. Grafis pada unity dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk OpenGL dan DirectX. Unity mendukung semua format file, terutama format umum seperti semua format dari *art applications*. Unity cocok dengan versi 64-bit dan dapat beroperasi pada Mac OS x dan Windows dan dapat menghasilkan *game* untuk mac, windows, Wii, Iphone, Ipad dan Android. Unity adalah sebuah aplikasi berbasis *multi platform*, *multi platform* merupakan aplikasi yang dapat beroperasi di banyak sistem operasi dan sanggup mempublikasi ke banyak format tipe file, misalnya : exe, apk, dan lain – lain [8].

2.5 Vuforia

Vuforia merupakan *software* untuk *Augmented Reality* yang dikembangkan oleh *Qualcomm*. Vuforia berfungsi sebagai *database* dari *marker* yang digunakan pada aplikasi *Augmented Reality*. Sistem kerjanya adalah *user* mendaftarkan *markernya* kemudian *marker* yang sudah didaftarkan akan mendapat penilaian dari Vuforia berupa bintang. Bintang ini menandakan tingkat kecepatan dan keakuratan dari *marker* yang akan dipindai oleh kamera. Semakin tinggi bintang, maka *marker* akan semakin mudah terbaca oleh kamera *smartphone* begitupun sebaliknya. Untuk jumlah bintang maksimal adalah bintang 5.

2.6 Tanaman dan Hama

Tanaman atau tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang terdapat di alam semesta yang memiliki daun, batang, dan akar sehingga mampu menghasilkan makanan dengan menggunakan klorofil untuk menjalani proses fotosintesis. Tanaman yang biasa dibudidayakan oleh petani Indonesia adalah tanaman pangan seperti padi, jagung, dan lain-lain. Tanaman juga dapat diklasifikasikan ke berbagai macam jenis seperti berdasarkan tempat hidupnya. Berikut merupakan klasifikasinya :

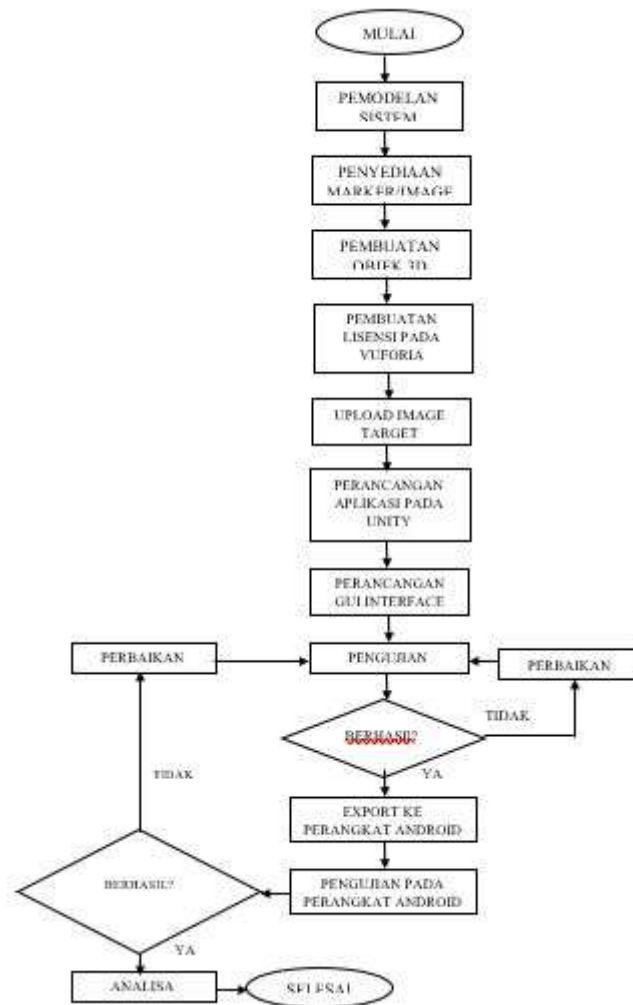
1. Dataran Tinggi (ketinggian >700 mdpl)
Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik dan optimal di dataran tinggi seperti contoh, strawberry, Terong Ungu, Kentang, Paprika, dll
2. Dataran sedang (ketinggian 200-700 mdpl)
Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik dan optimal di dataran sedang seperti contoh Cabai, Mangga, dll
3. Dataran Rendah (Ketinggian 0-200 mdpl)
Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik dan optimal di dataran rendah. Tanaman yang banyak tumbuh di dataran ini adalah padi dan jagung.

Hama dalam arti luas adalah semua bentuk gangguan baik pada manusia, ternak, maupun tanaman. Pengertian hama dalam arti sempit yang berkaitan dengan budidaya tanaman adalah semua hewan yang merusak tanaman atau hasilnya yang aktifitas hidupnya ini menimbulkan kerugian secara ekonomis [9]. Hama juga dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam diantaranya filum arthropoda (kumbang, ulat, dan serangga lainnya), filum mollusca (siput), dan filum chordata (tikus dan beberapa hewan mamalia lainnya).

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi ini adalah gambaran umum perancangan sistem mulai dari konsep hingga pengujian sistem dan analisa sistem. Aplikasi yang digunakan adalah Unity Versi 2019.2.17f1:

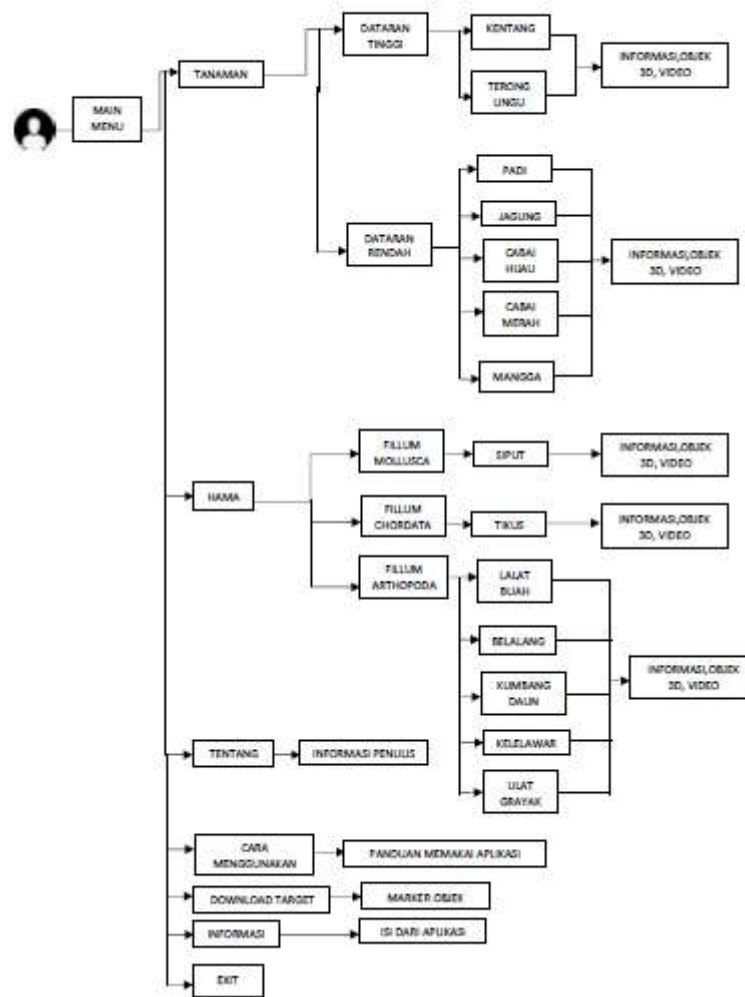


Gambar 3 Blok Diagram Perancangan Aplikasi

Pada Gambar 3 ini menjelaskan urutan dalam proses perancangan aplikasi. Setelah menentukan konsep kemudian dilanjutkan dengan mencari foto dari jenis tanaman dan hama. Dipilih menggunakan foto agar supaya *marker* dapat terlihat seolah-olah nyata dibandingkan menggunakan gambar 2D. Setelah menemukan foto dari macam-macam tanaman dan hama maka dilakukan proses pembuatan objek 3D menggunakan *software* Blender yang kemudian desain tersebut dimasukkan ke dalam pembuat *software*. Foto yang sudah didapat kemudian harus diunggah pada Vuforia SDK sebagai *database* untuk memanggil gambar Ketika kamera *smartphone* diarahkan pada objek foto/*marker*. Untuk proses mengunggah gambar foto perlu dilakukan pembuatan lisensi pada Vuforia agar foto dapat diunggah di Vuforia. Kemudian objek 3D dan foto tersebut kemudian ditata menggunakan *game engine* unity untuk dapat dibuat menjadi satu kesatuan *software* yang utuh. Apabila *software* telah berjalan dengan baik, maka dilakukan *export* ke *smartphone android* untuk kemudian diinstall. *Software* yang sudah terinstall di *smartphone* akan diuji kembali untuk melihat apakah perangkat *android* dapat menscan dan menampilkan objek 3D dalam modul *bermarker* serta untuk mendapatkan data sebagai bahan analisis.

3.1 Usecase Diagram

Usecase diagram ini menggambarkan keseluruhan sistem pada perancangan aplikasi secara umum. Metode pemodelan ini akan memodelkan bagaimana tampilan secara umum dari menu dan sub-menu yang ada didalam aplikasi. Interaksi dalam pengguna dengan aplikasi AR Pertanian yang akan digambarkan oleh usecase diagram sebagai berikut:



Gambar 4 Usecase Diagram

4. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

4.1 Pengujian Marker Recognition Delay dengan Perangkat Android

A. Pengujian delay Pengaruh Sudut dan jarak pada kondisi di dalam dan di luar ruangan

Tabel 4.1 Pengujian pada kondisi 0°

Sudut	Jarak (cm)	Dalam Ruangan	Luar Ruangan
0°	10 cm	(i) 0,68 s	(i) 0,37 s
		(ii) 0,34 s	(ii) 0,54 s
		(iii) 0,40 s	(iii) 0,53 s
		(iv) 0,47 s	(iv) 0,52 s
		(v) 0,36 s	(v) 0,61 s
		Rata – rata : 0,45 s	Rata – rata : 0,514 s
	20 cm	(i) 0,70 s	(i) 0,82 s
		(ii) 0,52 s	(ii) 0,58 s
		(iii) 0,46 s	(iii) 0,78 s
		(iv) 0,46 s	(iv) 0,68 s
		(v) 0,58 s	(v) 0,49 s
		Rata – rata : 0,544 s	Rata – rata : 0,67 s
	30 cm	(i) 0,63 s	(i) 0,66 s
		(ii) 0,48 s	(ii) 0,41 s
		(iii) 0,40 s	(iii) 0,43 s
		(iv) 0,46 s	(iv) 0,55 s
		(v) 0,38 s	(v) 0,54 s
		Rata – rata : 0,47 s	Rata – rata : 0,518 s

Tabel 4.2 Pengujian Pada Kondisi 15°

Sudut	Jarak (cm)	Dalam Ruangan	Luar Ruangan
15°	10 cm	(i) 0,43 s	(i) 0,48 s
		(ii) 0,50 s	(ii) 0,50 s
		(iii) 0,57 s	(iii) 0,64 s
		(iv) 0,44 s	(iv) 0,51 s
		(v) 0,43 s	(v) 0,51 s
		Rata – rata : 0,474 s	Rata – rata : 0,528 s
	20 cm	(i) 0,47 s	(i) 0,63 s
		(ii) 0,60 s	(ii) 0,53 s
		(iii) 0,39 s	(iii) 0,50 s
		(iv) 0,47 s	(iv) 0,48 s
		(v) 0,22 s	(v) 0,49 s
		Rata – rata : 0,43 s	Rata – rata : 0,526 s
	30 cm	(i) 0,53 s	(i) 0,62 s
		(ii) 0,68 s	(ii) 0,66 s
		(iii) 0,88 s	(iii) 0,71 s
		(iv) 0,57 s	(iv) 0,73 s
		(v) 0,48 s	(v) 0,58 s
		Rata – rata : 0,628 s	Rata – rata : 0,66 s

Tabel 4.3 Pengujian Pada Kondisi 30°

Sudut	Jarak (cm)	Dalam Ruangan	Luar Ruangan
30°	10 cm	(i) 0,37 s	(i) 0,55 s
		(ii) 0,66 s	(ii) 0,48 s
		(iii) 0,47 s	(iii) 0,57 s
		(iv) 0,44 s	(iv) 0,48 s
		(v) 0,50 s	(v) 0,63 s
		Rata – rata : 0,488 s	Rata – rata : 0,542 s
	20 cm	(i) 0,41 s	(i) 0,74 s
		(ii) 0,43 s	(ii) 0,62 s
		(iii) 0,43 s	(iii) 0,46 s
		(iv) 0,39 s	(iv) 0,41 s
		(v) 0,68 s	(v) 0,42 s
		Rata – rata : 0,468 s	Rata – rata : 0,53 s
	30 cm	(i) 0,55 s	(i) 0,59 s
		(ii) 0,49 s	(ii) 0,56 s
		(iii) 1,15 s	(iii) 0,58 s
		(iv) 0,93 s	(iv) 0,54 s
		(v) 0,98 s	(v) 0,58 s
		Rata – rata : 0,82 s	Rata – rata : 0,57 s

Tabel 4.4 Pengujian Pada Kondisi 45°

Sudut	Jarak (cm)	Dalam Ruangan	Luar Ruangan
45°	10 cm	(i) 0,72 s	(i) 0,61 s
		(ii) 0,63 s	(ii) 0,61 s
		(iii) 0,63 s	(iii) 0,68 s
		(iv) 0,60 s	(iv) 0,78 s
		(v) 0,50 s	(v) 0,63 s
		Rata – rata : 0,616 s	Rata – rata : 0,662 s
	20 cm	(i) 1,02 s	(i) 0,65 s
		(ii) 0,78 s	(ii) 0,72 s
		(iii) 0,58 s	(iii) 0,61 s
		(iv) 0,55 s	(iv) 0,45 s
		(v) 0,65 s	(v) 0,50 s
		Rata – rata : 0,716 s	Rata – rata : 0,586 s

Berdasarkan hasil pengujian diatas, pengambilan gambar *marker* dengan sudut yang berbeda mempengaruhi *delay* tampil pada objek AR. Pengambilan *marker* pada kedua kondisi diluar ruangan menghasilkan rata-rata *delay* yang lebih besar jika dibandingkan dengan pengambilan pada kondisi di dalam ruangan. Pengukuran sudut ini dapat disebabkan oleh respon kamera yang berbeda-beda terhadap *marker* yang dilihatnya, semakin cepat kamera mengenali suatu *marker* maka semakin kecil *delay* tampil yang diperlukan.

Untuk pengujian berdasarkan jarak terhadap *marker*, hasilnya berbeda-beda tergantung pada sudut pengambilan gambar. Pada jarak 40 cm objek pada *marker* tidak dapat terbaca dikarenakan posisi kamera dan *marker* yang terlalu jauh sehingga menyebabkan kamera tidak dapat mengenali *marker* secara jelas.

4.2 Pengujian Subjektif (*Mean Opinion Score (MOS)*)

A. Aspek Kebutuhan Aplikasi AR Untuk Pengenalan Tanaman dan Hama dengan Nilai MOS Terbaik

Untuk Aspek Kebutuhan Aplikasi pada pengujian ini diberikan 2 pernyataan yang diberikan kepada *user* (Petani dan Mahasiswa Pertanian). Untuk poin pernyataan tersebut adalah :

1. Pemberian objek 3D diperlukan dalam pengenalan jenis tanaman dan hama
2. Pengenalan jenis tanaman dan hama memerlukan penerapan desain *Augmented Reality*

Tabel 4.5 Pengujian MOS dengan Nilai Terbaik

Pernyataan	Bobot				
	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Netral	Setuju	Sangat Setuju
1	0	0	0	10	10
2	0	0	6	11	3

Secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

Dimana :

X(i) = Nilai Sample ke i

K = jumlah bobot

N = jumlah Pengamatan

Sehingga diperoleh hasil untuk perhitungan matematis seperti berikut:

$$\text{MOS 1 : } \frac{(10 \times 0) + (10 \times 4)}{20} = 4,5 \text{ (Sangat Baik)}$$

$$\text{MOS 2 : } \frac{(3 \times 5) + (11 \times 4) + (6 \times 3)}{20} = 3,85 \text{ (Cukup Baik)}$$

Hasil yang diperoleh berdasarkan survey dari 20 orang responden, hasil dari perhitungan secara matematis pada poin pernyataan 1 sebanyak 10 orang memilih sangat setuju, 10 orang memilih setuju dan secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 4,5. Pada poin pernyataan 2 sebanyak 3 orang memilih sangat setuju, 11 orang memilih setuju, 6 orang memilih netral dan secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 3,85.

B. Aspek Manfaat Aplikasi AR Untuk Pengenalan Tanaman dan Hama dengan Nilai MOS Terbaik

Untuk Aspek manfaat Aplikasi pada pengujian ini diberikan 3 pernyataan yang diberikan kepada *user* (Petani dan Mahasiswa Pertanian). Untuk poin pernyataan tersebut adalah :

1. Apakah menu menu pada aplikasi dapat mudah dipahami
2. Informasi yang diberikan apakah mudah untuk dipahami
3. Pemberian link youtube video informasi tanaman dan hama membantu menambah informasi

Tabel 4.6 Pengujian MOS dengan Nilai Terbaik

Pernyataan	Bobot				
	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Netral	Setuju	Sangat Setuju
1	0	0	0	9	11
2	0	0	0	11	9
3	0	0	3	11	6

Secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

Dimana :

X(i) = Nilai Sample ke i

K = jumlah bobot

N = jumlah Pengamatan

Sehingga diperoleh hasil untuk perhitungan matematis seperti berikut:

$$\text{MOS 1 : } \frac{(11 \times 5) + (9 \times 4)}{20} = 4,55 \text{ (Sangat Baik)}$$

$$\text{MOS 2 : } \frac{(9 \times 5) + (11 \times 4)}{20} = 4,45 \text{ (Sangat Baik)}$$

$$\text{MOS 3 : } \frac{(6 \times 5) + (11 \times 4) + (3 \times 3)}{20} = 4,15 \text{ (Baik)}$$

Hasil yang diperoleh berdasarkan survey dari 20 orang responden, hasil dari perhitungan secara matematis pada poin pernyataan 1 sebanyak 11 dan secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 4,55. Pada poin pernyataan 2 sebanyak 9 orang memilih sangat setuju dan secara sistematis diperoleh hasil MOS sebesar 4,45. Pada poin pernyataan 3 sebanyak 6 orang memilih sangat setuju dan diperoleh MOS sebesar 4,15.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Aplikasi menampilkan model 3D menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan jarak optimal pengambilan gambar *marker* pada jarak 10-30 cm.
2. Aplikasi menampilkan model 3D menggunakan teknologi *Augmented Reality* dengan kemiringan sudut optimal pengambilan gambar *marker* pada sudut 0° hingga 45°.
3. Pengaruh cahaya ruangan yang berbeda juga berpengaruh pada *delay*. Pada kondisi di dalam ruangan rata – rata *delay* terkecil berada pada 0,43s, sedangkan pada kondisi di luar ruangan rata – rata *delay* terkecil berada pada 0,514 s.
4. Pada pengujian tingkat kebutuhan aplikasi *Augmented Reality* untuk pengenalan jenis tanaman dan hama untuk kalangan petani dengan cara subjektif, diperoleh hasil MOS terbaik dengan nilai 4,5 untuk pernyataan “ Pemberian objek 3D diperlukan dalam pengenalan jenis tanaman dan hama “. Untuk kalangan mahasiswa pertanian diperoleh hasil MOS terbaik dengan nilai 4,41 untuk pernyataan yang sama dengan kalangan petani.
5. Pada pengujian tingkat manfaat aplikasi *Augmented Reality* untuk pengenalan jenis tanaman dan hama untuk kalangan petani dengan cara subjektif, diperoleh hasil MOS terbaik dengan nilai 4,55 untuk pernyataan “ Menu pada aplikasi dapat mudah dipahami “. Untuk kalangan mahasiswa pertanian diperoleh hasil MOS terbaik dengan nilai 4,29 untuk 2 pernyataan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian proyek akhir ini, sebagai berikut:

1. Aplikasi dapat digunakan pada *platform* selain *Android*, seperti *IOS* dan *Windows Phone*.
2. Menambahkan jenis hama dan tumbuhan di beberapa kategori.
3. Dapat mengklasifikasi tanaman dan hama dengan lebih luas lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fernando Mario, Membuat Aplikasi Android Augmented Reality Menggunakan Vuforia SDK dan Unity, Buku AR Online : Yogyakarta, 2013.
- [2] It-Jurnal.com. Pengertian Augmented Reality (AR) [Internet], 2018, [Diakses 25 Juni 2020]
- [3] Zainet, Anita (2018). Proyek Akhir. Implementasi Virtual Laboratory Sistem Komunikasi Optik Berbasis Augmented Reality
- [4] Yulia, R.H. (2018). Pembuatan Aplikasi Augmented Reality Pembelajaran Hewan. Surabaya : Universitas Kristen Petra
- [5] Pioneer.com. Ciri – Ciri Tanaman Jagung [Internet], 2018, [Diakses 25 Juni 2020]
- [6] smarteye.id. Metode yang digunakan pada teknologi Augmented Reality (AR) [internet], 2020, [Diakses 25 Juni 2020]
- [7] monsterar.net. Mengenal Jenis-Jenis Dari Teknologi Augmented Reality [internet], 2020, [Diakses 25 Juni 2020]
- [8] eventkampus.com. Apa itu Unity 3D [internet], 2018, [Diakses 25 Juni 2020]
- [9] Dadang. 2006. Pengenalan Hama Utama dan Potensial Tanaman Jarak Pagar. Prosiding Workshop Hama dan Penyakit Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn): Potensi Kerusakan dan Teknik Pengendaliannya. Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC) Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Institut Pertanian Bogor (LPPM-IPB). Bogor. hlm 8-16.

