Kumpulan jurnaL Ilmu Komputer (KLIK)
Volume 09 No. 03 2022
ISSN: 2406-7857

MIXED REALITY EDUKASI JENIS-JENIS HEWAN LAUT BERDASARKAN ZONA KEDALAMAN LAUT EPIPELAGIK MENGGUNAKAN ALGORITMA FAST CORNER DETECTION DAN METODE OCCLUSION DETECTION

Adira Rafly Bagus Pratama[1)], Fauziah[2)], dan Albaar Rubhasy[3)].
Informatika, Universitas Nasional
Jl. Sawo Manila, Pejaten Ps. Minggu Jakarta 12520
baguzpratama24@gmail.com[1)], fauziah@civitas.unas.ac.id[2)], albaar.rubhasy@civitas.unas.ac.id[3)]

Abstract

Natural science learning activities and other kind in the field of education currently still use conventional methods with textbook media, but due to increasingly rapid technological developments, now learning activities can take advantage of existing technology. To support interactive learning activities and to foster student interest in learning, applications that use Mixed Reality tech which is a combination of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) as a medium for educating the types of marine fauna based on the epipelagic sea depth zone. Epipelagic zone or photic zone is a layer that is on the top surface to a depth of 200m. This application uses 3D technology and markers to bring up fauna objects found in the Epipelagic sea depth zone which allows users to interact with Virtual Objects or Virtual Objects to replace objects by implementing an oclusion detection method that has been tested for each objects to get the minimum Virtual Object that is blocked. object i.e. 22% to 54%. Fast Corner Detection algorithm is used to detect corner points on markers. This application was tested using a smartphone that has Lollipop 5.0 and Android 10 operating systems. The distance test results were obtained from the closest distance, which is 5cm to the farthest distance, which is 410cm and the results of testing the maximum tilt angle of 70° to 80°.

Keywords*: education, mixed reality, marine fauna, fast corner detection, occlusion detection*

Abstrak

Kegiatan pembelajaran ilmu pengetahuan alam dan sejenisnya pada bidang pendidikan saat ini masih menggunakan metode konvensional dengan media buku pelajaran, namun akibat perkembangan teknologi yang semakin pesat, kini kegiatan pembelajaran dapat menggunakan teknologi yang ada. Untuk menunjang aktivitas pembelajaran yang interaktif dan untuk menumbuhkan minat belajar siswa, aplikasi yang menggunakan teknologi Mixed Reality yang merupakan gabungan dari Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dibuat sebagai media edukasi jenis-jenis fauna laut berdasarkan zona kedalaman laut epipelagik. Zona Epipelagik atau zona fotik adalah lapisan laut yang berada pada permukaan paling atas hingga kedalaman 200m. Aplikasi ini menggunakan teknologi 3D dan marker untuk memunculkan objek fauna yang terdapat pada zona kedalaman laut Epipelagik yang memungkinkan pengguna dapat berinteraksi dengan Virtual Object atau objek virtual

untuk mengganti objek 3D dengan mengimplementasikan metode occlusion detection yang telah diuji tiap object nya hingga didapatkan hasil minimal Virtual Object terhalang objek yaitu 22% hingga 54%. Algoritma Fast Corner Detection digunakan untuk mendeteksi titik-titik sudut pada marker. Aplikasi ini diuji dengan menggunakan smartphone yang memiliki sistem operasi Lollipop 5.0 dan Android 10. Hasil pengujian jarak didapatkan dari jarak terdekat yaitu 5cm hingga jarak terjauh yaitu 410cm serta hasil pengujian sudut kemiringan maksimal yaitu 70° hingga 80°.

***Kata kunci**: edukasi, mixed reality, fauna laut, fast corner detection, occlusion detection*

1 . PENDAHULUAN

Keanekaragaman laut di bumi ini sangat tidak terhingga karena laut adalah bagian dari bumi yang lebih luas daripada daratan. Lingkungan laut dibagi menjadi dua bagian besar , yaitu bagian perairan (pelagis) dan bagian dasar (bentik) yang memiliki karakteristik tertentu. Bagian perairan atau pelagis merupakan semua total air yang terdapat di lautan dari permukaan hingga ke kedalaman bawah laut dan merupakan habitat bagi banyaknya biota laut khususnya bagi nekton dan plankton. Berbagai macam plankton hidup berdampingan dengan para nekton baik dari kelompok udang, ikan , penyu, cumi-cumi, lumba-lumba dan paus [1]. Secara horizontal bagian pelagis dibagi lagi menjadi dua bagian utama yaitu perairan pantai (neritik) dan perairan samudra (oseanik). Secara vertikal bagian pelagis terdiri dari lima zona dimulai dari atas hingga kebawah laut, yaitu zona Epipelagis dengan kedalaman dari permukaan laut hingga 200 meter, zona Mesopelagis dengan kedalaman 200 hingga 1000 meter, zona Batipelagis dengan kedalaman 1000 hingga 2000 meter, Abisalpelagis dengan kedalaman 2000 hingga 4000 meter, dan zona Hadalpelagik dengan kedalaman 6000 hingga 10.000 meter [2].

Oleh karena luasnya laut di muka bumi ini, laut memiliki berbagai flora dan fauna yang sangat banyak untuk dipelajari. Pengetahuan tentang kelautan sangat penting untuk masyarakat terutama anak usia dini (murid taman kanak kanak) untuk menyadari pentingnya kelestarian ekosistem pada laut. Namun metode edukasi atau pembelajaran tentang hewan-hewan laut masih menggunakan media buku, majalah, internet yang hanya menampilkan gambar 2d dan teks. Metode tersebut tidak cukup untuk menarik minat anak-anak karena mereka umumnya masih dalam fase ingin belajar sambil bermain yang disertai dengan imajinasi yang tinggi. Mereka belum mengenali wujud nyata hewan yang diperkenalkan, hanya sebatas melihat model ataupun foto berupa 2D sehingga hanya informasi dan bukti gambar saja yang diterima tanpa bisa berimajinasi dengan foto nyata [3]. Sehingga aktivitas belajar mengajar masih kurang efektif dan seringkali membuat jenuh serta sulit fokus kepada materi yang disampaikan.

Oleh karena permasalahan yang dijabarkan diatas, maka dibuatlah aplikasi yang bertujuan untuk menunjang metode edukasi atau pembelajaran anak-anak agar proses belajar mengajar lebih menarik, yaitu aplikasi ”Oceanimals MR” yang memanfaatkan teknologi 3D dan *Mixed Reality* sebagai media pembelajaran yang inovatif. Dengan menggunakan teknologi *Mixed Reality*, diharapkan dapat meningkatkan minat belajar anak-anak karena sistem edukasi atau pembelajaran

menjadi lebih menarik dan menghibur. Teknologi 3D adalah salah satu teknologi yang dapat menunjang media pembelajaran jenis-jenis hewan laut dengan cara memvisualisasikan beberapa fauna yang terdapat di zona lautan epipelagik yang ada di seluruh dunia.

Aplikasi Oceanimals MR ini mengimplementasikan teknologi *Mixed Reality* yang merupakan salah satu hasil pemanfaatan teknologi 3D yang merupakan gabungan dari teknologi *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) untuk mendapatkan pengalaman berinteraksi dengan objek virtual di dunia nyata.

Penelitian sebelumnya yang terkait topik pada penelitian ini mengimplementasikan algoritma *FAST Corner Detection* dan *Occlusion Detection* tentang edukasi bioma yang menghasilkan efektivitas titik pusat *Virtual Button* terhalang objek berjumlah 80% [4]. Penelitian terkait selanjutnya yaitu pembuatan aplikasi *Mixed Reality* tuntunan shalat maghrib yang menghasilkan jarak maksimal sebesar 120 cm dan sudut kemiringan maksimal sebesar 90° [5]. Penelitian terkait selanjutnya yaitu membuat aplikasi *Mixed Reality* sebagai alat peraga pembelajaran anatomi otak manusia yang menggunakan *Virtual Button* sebagai sarana interaksinya [6]. Penelitian terkait selanjutnya yaitu pembuatan produk *flashcard* dan aplikasi berbasis *Augmented Reality* yang bertujuan untuk edukasi binatang laut [7]. Penelitian selanjutnya juga bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap pengenalan hewan air[3]. Penelitian terkait selanjutnya yaitu tentang implementasi penggunaan *Marker Based* dalam mengidentifikasi bentuk objek di *Augmented Reality* [8]. Penelitian selanjutnya yaitu bertujuan untuk memperluas kajian literatur tentang teknologi *Mixed Reality* [9].

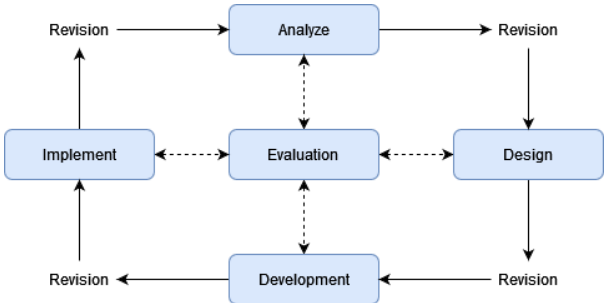
2 . METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Mixed Reality

Mixed Reality adalah teknologi yang bertujuan untuk meningkatkan representasi realitas di dunia nyata dengan grafik komputer tiga dimensi (3D) yang memungkinkan adanya interaksi antara user dengan dunia nyata dan berbagai macam objek yang terdapat pada lingkungan sekitar [9]. *Mixed Reality* merupakan kombinasi dari teknologi *Virtual Reality* dan *Augmented Reality*. Pada penerapannya, cara kerja *Augmented Reality* yaitu bersinggungan dengan dunia nyata, sedangkan cara kerja *Virtual Reality* yaitu ketika setengah bagian dari lingkungan sudah ada di dunia digital [5].

2.2 Model ADDIE

Model ADDIE digunakan dalam penelitian ini untuk proses pengembangan aplikasi yang sifatnya sistematis dan dinamis agar mempermudah proses perancangan aplikasi. Model ADDIE memiliki beberapa proses yang dilakukan berurutan yaitu *Analyze*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* [10].



Gambar 1. Model ADDIE

2.2.1 *Analyze* (Analisis Kebutuhan)

Tahap pertama dalam model ADDIE yaitu tahap analisis, yaitu tahap menganalisa semua kebutuhan, dalam penelitian ini beberapa diantaranya adalah pengumpulan materi atau data yang sesuai dengan tujuan aplikasi, pengumpulan aset objek tiga dimensi, dan bahan desain.

2.2.2 *Design* (Desain)

Dalam tahap desain, pembuatan desain tampilan yang dibutuhkan aplikasi dilakukan. Beberapa desain yang dibuat diantaranya adalah desain *marker* , desain menu awal, dan desain *objek virtual* yang dibuat menggunakan *software* pengolah gambar Adobe Photoshop.

2.2.3 *Development* (Pengembangan)

Dalam tahap pengembangan, semua desain, objek 3 dimensi, *source code*, hingga rancangan aplikasi dikumpulkan menjadi satu kemudian akan diimplementasikan dan dibangun menjadi satu aplikasi yang dapat digunakan pada *platform mobile* android.

2.2.4 *Implement* (Implementasi)

Dalam tahap implementasi, pengujian dilakukan agar semua komponen yang terdapat pada aplikasi dapat berjalan sesuai dengan semestinya. Selain itu, apabila ditemukan *Error* atau kesalahan-kesalahan dalam aplikasi yang dirancang, maka dengan dilakukannya pengujian akan mengurangi adanya kesalahan-kesalahan tersebut.

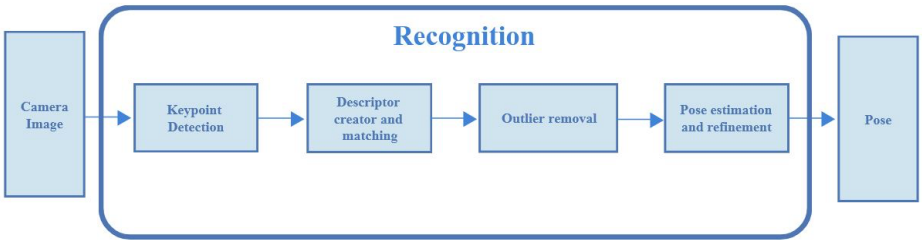
2.2.5 *Evaluate* (Evaluasi)

Dalam tahap terakhir ini dilakukan evaluasi berdasarkan penilaian dan respon pengguna dalam pemakaian aplikasi untuk mendapatkan tingkat keberhasilan aplikasi Oceanimals.

2.3 Natural Feature Tracking

Natural Feature Tracking adalah metode pengidentifikasian gambar dan pelacakan gambar berdasarkan bentuk – bentuk tertentu seperti tepi, sudut-sudut, ataupun gumpalan. Metode *Natural Feature Tracking* akan diimplementasikan ke

dalam *marker* yang berkualitas baik, yaitu *marker* yang mempunyai tekstur yang kompleks, bagian – bagian nya terdistribusikan merata pada semua bagian gambar sehingga menghasilkan kumpulan objek yang membentuk suatu gambar dengan sisi yang jelas [11].



Gambar 2. Alur *Natural Feature Tracking*

Pada gambar 2 dijelaskan bagaimana metode *Natural Feature Tracking* bekerja, yaitu diawali dengan kamera yang diarahkan ke *image target* kemudian titik kunci (*keypoint*) yang berupa sudut , tepi, ataupun gumpalan akan terdeteksi oleh kamera. Setelah *keypoint* didapatkan, pencocokan *keypoint* akan dilakukan. Apabila *keypoint* sudah sesuai maka penghapusan *outlier* dilakukan *hingga image target* dapat mengestimasi dan melakukan perbaikan terhadap pose objek *virtual*.

2.4 Marker Based

Terdapat dua teknik dalam *tracking* atau pelacakan dalam *Augmented Reality*, yaitu teknik *Marker Based* dan teknik *Markerless*. Dalam penelitian ini teknik *Marker Based* digunakan sebagai penanda tempat munculnya objek *virtual*. Cara kerja *Marker Based* adalah dengan memindai atau mendeteksi *marker*, apabila cocok dengan *marker* yang tersimpan pada *database*, maka *Marker Based* akan mengetahui posisi objek *virtual*, kemudian akan muncul pada *marker* di dunia nyata [8].

Gambar 3. *Marker* yang digunakan

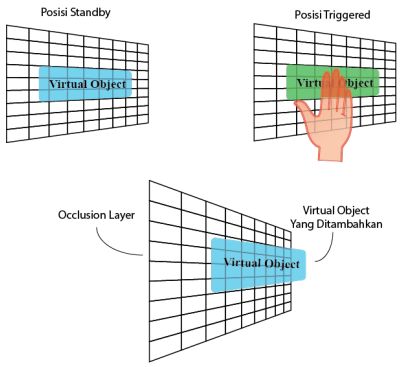
Gambar 3 adalah sebuah gambar atau citra yang berfungsi sebagai *marker* atau penanda agar *mixed reality* dan metode-metode lainnya yang digunakan dalam penelitian ini dapat diimplementasikan.

2.5 FAST Corner Detection

Algoritma *FAST Corner Detection* merupakan algoritma yang digunakan untuk pendeteksian sudut-sudut pada objek. Deteksi sudut banyak digunakan dalam *3D Modeling* (pemodelan 3 dimensi), *image matching* (pencocokan gambar), *motion detection* (deteksi gerakan), dan *object recognition* (pengenalan objek). Sudut didefinisikan sebagai titik pertemuan atau perpotongan antara dua sisi [12]. Algoritma *FAST Corner Detection* ini meningkatkan kecepatan waktu proses komputasi dengan *realtime* namun memiliki kekurangan yaitu menurun nya tingkat ketepatan deteksi sudut [11].

2.6 Occlusion Detection

Pada penelitian ini , untuk mendeteksi jari tangan manusia atau objek fisik lainnya, digunakan *Occlusion Detection* untuk membuat *Trigger* suatu *event* apabila area *Virtual Object* yang sudah ditentukan sebelumnya berhasil terhalangi. *Occlusion Detection* berfungsi untuk deteksi objek *digital* yang terhalang atau bertabrakan. Pada aplikasi yang dibuat [6]. Tujuan kombinasi *occlusion* dan penggunaan *Virtual Object* adalah agar pengguna mempunyai kebebasan untuk berinteraksi pada objek *virtual* tanpa perlu menekan tombol pada layar *smartphone* yang digunakan.

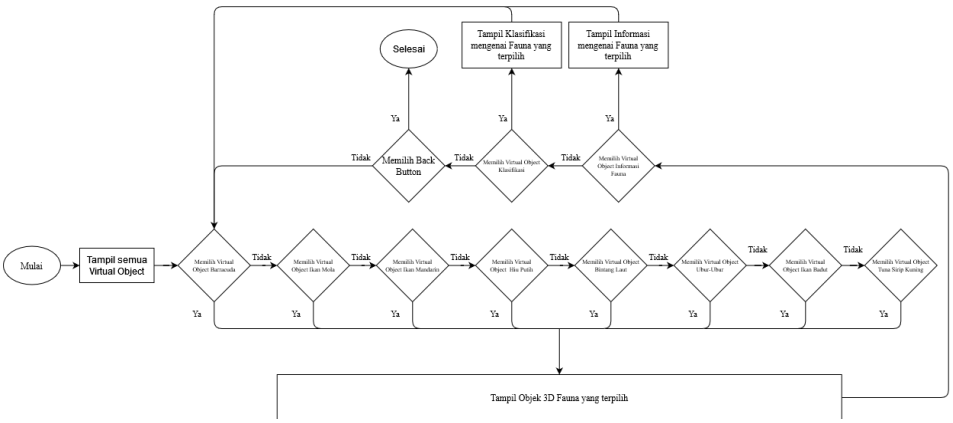


Gambar 4. Metode *Occlusion Detection*

Pada Gambar 4 dijelaskan bahwa agar *Occlusion Detection* dapat diimplementasikan, *marker* atau citra yang digunakan harus diposisikan dibawah lapisan atau *layer Virtual Object.* Lapisan atau *layer* ini digunakan untuk melapisi *layer Occlusion* sebagai *marker*, lalu apabila *marker* tersebut berhasil terhalang atau tertutupi pada bagian *layer Virtual Object* maka *Virtual Object* akan aktif dan membuat *trigger* suatu *event*.

3 . HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Flowchart* Aplikasi



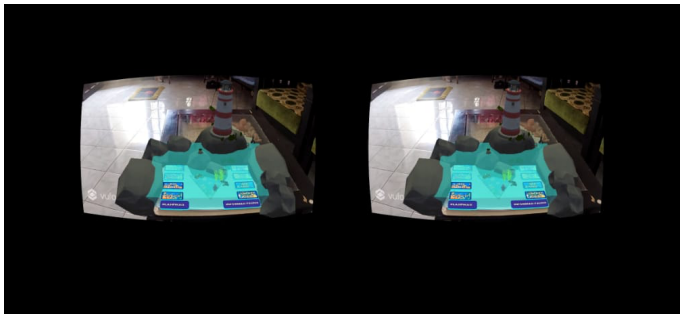
Gambar 5. *Flowchart* Aplikasi

Pada Gambar 5 terdapat *Flowchart* atau alur kerja aplikasi Oceanimals. Pertama kamera akan memindai *marker* di dunia nyata, apabila cocok dengan *marker* yang tersedia pada *database*, maka sebanyak sepuluh *Virtual Object* akan muncul yang dimana masing-masing *Virtual Object* memiliki fungsi yang berbeda. Terdapat delapan *Virtual Object* fauna laut yang apabila salah satu di *trigger* maka akan memunculkan objek 3D *virtual* fauna yang dipilih. Setelah salah satu *Virtual Object* tersebut dipilih, pengguna dapat melakukan *trigger* dua *Virtual Object* yaitu klasifikasi dan informasi fauna yang berfungsi menampilkan objek 2D berupa informasi dari fauna yang dipilih. Namun ketika pengguna menekan tombol *back* atau kembali pada perangkat *android*, maka tampilan akan kembali ke menu awal aplikasi.

3.2 Tampilan *User Interface* Aplikasi

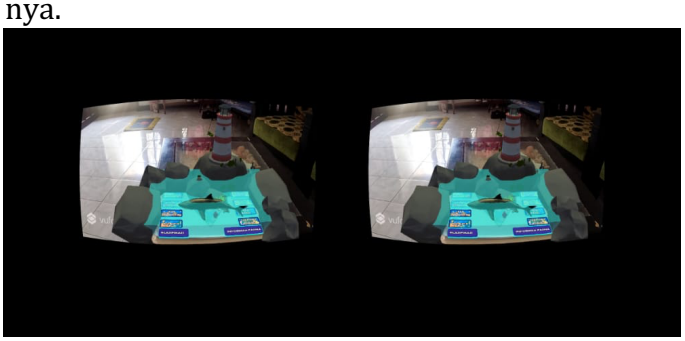
Gambar 6. Tampilan menu awal

Pada Gambar 6 ditampilkan tampilan menu awal saat aplikasi dijalankan. Pengguna dapat memilih tombol yang terdiri dari tombol *Start* untuk mulai menjalankan *Mixed Reality*, Tombol *Tutorial* untuk menampilkan panduan untuk menggunakan aplikasi , *About* untuk menampilkan deskripsi tujuan aplikasi dan *Exit* untuk keluar dari aplikasi.



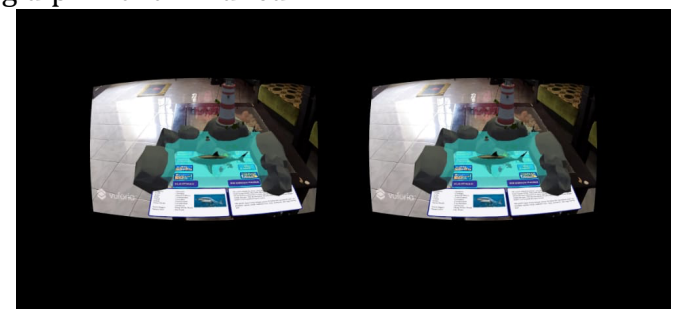
Gambar 7. Tampilan MR ketika tombol *Start* dipilih

Pada Gambar 7 ketika tombol *start* ditekan, maka akan muncul tampilan kacamata *Virtual Reality*. Jika *Marker* Teridentifikasi maka akan muncul semua objek-objek *Virtual* nya.



Gambar 8. Tampilan MR ketika *Virtual Object* hewan di *trigger*

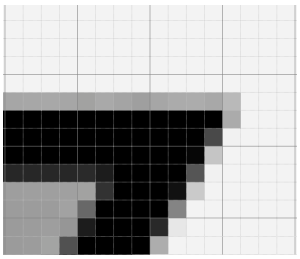
Pada Gambar 8 ketika salah *Virtual Object* dihalangi oleh objek maka objek 3 dimensi hewan yang dipilih akan muncul.



Gambar 9**.** Tampilan MR ketika *Virtual Object* informasi di *trigger*

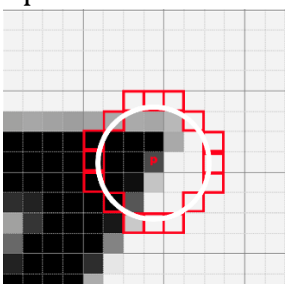
Pada Gambar 9 ketika *Virtual Object* klasifikasi dan informasi dihalangi objek, maka objek 2 dimensi berupa informasi dari hewan laut yang dipilih akan tampil.

3.3 Implementasi Algoritma *FAST Corner Detection*



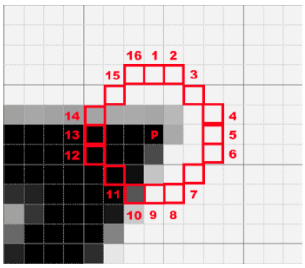
Gambar 10. Contoh titik pada marker

Koordinat p ditentukan pada *Marker* atau citra di salah satu titik pada posisi utama (x_p , y_p) yang ditunjukkan pada Gambar 10.



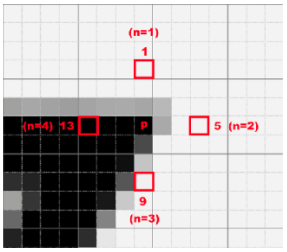
Gambar 11. Titik *p* ditentukan

Radius sebesar 3 piksel ditentukan berdasarkan titik pusat p pada Gambar 11.



Gambar 12. Titik terdekat dari titik pusat *p*

Dimulai dari titik teratas dalam radius 3 piksel, nomor akan diberikan dari 1 hingga 16 ke setiap piksel yang telah ditentukan searah dengan jarum jam seperti pada Gambar 12



Gambar 13. Titik n pertama hingga keempat

Ditunjukkan pada Gambar 13, 4 titik ditentukan dari 16 titik terdekat dari titik pusat p. titik n=1 terdapat di koordinat (X_p, Y_{p+3}) atau di posisi titik pertama.

Titik n=2 terdapat di koordinat (X_{p+3}, Y_p) atau di posisi titik kelima. Titik n=3 terdapat di koordinat (X_p, Y_{p-3}) atau di posisi titik kesembilan. Titik n=4 terdapat di koordinat (X_{p-3}, Y_p) atau di posisi titik ketiga belas. Kemudian dari 4 titik tersebut akan dibandingkan intensitasnya dengan titik p. Apabila setidaknya 3 titik tersebut memenuhi tiga kategori dibawah ini maka titik p akan ditetapkan sebagai titik sudut atau titik unik yang ada pada marker [4] :

$$S_{p\to x}\begin{cases} d, & I_{p\to x} \leq I_p - t \quad (Gelap) \\ s, & I_p - t \leq I_{p\to x} \leq I_p + t \quad (Normal) \\ b, & I_p + t \leq I_{p\to x} \quad (Terang) \end{cases} \qquad (1)$$

Keterangan :
$S_{p\to x}$ = Nilai intensitas dari titik pusat (titik p)
$I_{p\to x}$ = Intensitas piksel x (titik terdekat p ke-n)
t = Nilai threshold

3.4 Implementasi *Occlusion Detection*

Gambar 14. Metode *Occlusion Detection*

Pada Gambar 14 ditunjukkan bahwa terdapat dua lapisan pada metode *Occlusion Detection* , yaitu lapisan *occlusion* (*Occlusion* Layer) dan lapisan objek *virtual* (*Virtual Object Layer*). Lapisan *Occlusion* adalah citra atau gambar marker , lalu dilapisi lagi oleh lapisan objek *virtual*.

Gambar 15. Titik sudut *occlusion layer*

Pada Gambar 15 ditunjukkan *Virtual Object Layer* akan tampil berdasarkan titik pusat yang telah ditetapkan oleh citra *marker*.

Gambar 16. Kondisi *Virtual Object* saat dihalangi

Pada Gambar 16 ditunjukkan kondisi ketika lapisan *occlusion* tertutupi atau terhalangi oleh objek seperti tangan, maka kondisi *Virtual Object* akan berubah menjadi aktif dan akan *trigger* suatu *event* yang memunculkan objek 3 dimensi fauna laut.

Efektivitas sebuah *Virtual Object* dinilai berdasarkan banyaknya titik-titik pusat yang berada di lapisan *occlusion*. Apabila titik pusat pada *Virtual Object* semakin banyak, maka efektivitas *Virtual Object* semakin tinggi. Namun apabila titik pusat pada *Virtual Object* semakin sedikit, maka efektivitasnya juga semakin rendah. Berikut ini merupakan hasil pengujian dari titik pusat minimum yang terhalang agar *Virtual Object* dapat aktif atau *trigger*.

Tabel 1. Persentase Minimal Titik Pusat yang Terhalang

No.	*Virtual Object*	Titik Pusat		Persentase
		Jumlah	Terhalang Minimal	
1	Barracuda	58 titik	17 titik	29%
2	Ikan Mola	59 titik	17 titik	28%
3	Ikan Mandarin	61 titik	22 titik	36%
4	Hiu Putih	47 titik	11 titik	23%
5	Bintang Laut	56 titik	20 titik	32%
6	Ubur Ubur	59 titik	26 Titik	44%
7	Ikan Badut	45 titik	10 Titik	22%
8	Tuna Sirip Kuning	63 titik	21 titik	33%
9	Informasi Fauna	61 titik	18 titik	29%
10	Klasifikasi	46 titik	25 titik	54%

3.5 Pengujian Aplikasi

Sebanyak tiga perangkat *smartphone* android digunakan untuk pengujian aplikasi, diantaranya Xiaomi Redmi 9T, Samsung Galaxy J5 dan Samsung Galaxy A3 (2016). Perangkat tersebut masing-masing akan dipasangkan ke perangkat kacamata *Virtual Reality*. Desain *Marker* yang telah dibuat lalu dicetak pada kertas berukuran A4. Spesifikasi sistem operasi (OS), CPU, RAM dan Resolusi Kamera pada perangkat yang digunakan untuk pengujian sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi *Smartphone* Penguji

Smartphone	***OS***	***CPU***	**RAM**	**Kamera**
Xiaomi Redmi 9T	Android Q10	Octa-Core 2.00 GHz	4GB	48 + 8 MP
Samsung Galaxy J5	Lollipop 5.0	Quad-Core 1.20 GHz	1.5GB	13 MP
Samsung Galaxy A3 (2016)	Lollipop 5.1.1	Quad-Core 1.50 GHz	1.5GB	13 MP

Pengujian Jarak

Jarak antara *marker* dan dengan kacamata *Virtual Reality* sangat mempengaruhi dalam pendeteksian objek *virtual* yang akan ditampilkan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian jarak diperlukan agar mendapatkan hasil berupa batas jarak minimal, optimal dan maksimal dalam pendeteksian *marker* yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Jarak Kamera Dengan *Marker*

Smartphone	**Jarak**		
	Minimal	**Optimal**	**Maksimal**
Xiaomi Redmi 9T	5 cm	30 cm	410 cm
Samsung Galaxy J5	5 cm	40 cm	300 cm
Samsung Galaxy A3 (2016)	5 cm	40 cm	330 cm

Pada Tabel 3 menunjukan hasil yang didapat dari pengujian jarak pada tiga perangkat *smartphone*. Pengujian dilakukan dengan menempatkan *marker* dan kacamata *Virtual Reality* saling berhadapan. Jarak minimal adalah pengujian jarak dimana batas terdekat kamera dan *marker* tidak dapat mengenali atau mendeteksi objek *virtual* lagi. Jarak optimal adalah pengujian jarak ketika *marker* dapat dikenali atau dideteksi oleh kamera pertama kali sehingga muncul objek-objek *virtual*. Jarak Maksimal adalah pengujian jarak dimana batas terjauh kamera dan marker tidak dapat mengenali atau mendeteksi objek *virtual* lagi.

Tabel 4. Pengujian Efektivitas Jarak *Virtual Object*

Smartphone	**Jarak**	***Virtual Object***			
		Berfungsi		**Tidak Berfungsi**	
		Jumlah	**Nomor**	**Jumlah**	**Nomor**
Xiaomi Redmi 9T	10 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	20 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	30 cm	10 objek	2 sampai 10	-	-
	40 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	50 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	60 cm	-	-	10 objek	1 sampai 10
	70 cm	-	-	10 objek	1 sampai 10

Smartphone	Jarak	*Virtual Object*			
		Berfungsi		Tidak Berfungsi	
		Jumlah	Nomor	Jumlah	Nomor
	80 cm	-	-	10 objek	1 sampai 10
Samsung Galaxy J5	10 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	20 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	30 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	40 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	50 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	60 cm	-	-	-	-
	70 cm	-	-	-	-
	80 cm	-	-	-	-
Samsung Galaxy A3 (2016)	10 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	20 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	30 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	40 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	50 cm	10 objek	1 sampai 10	-	-
	60 cm	-	-	10 objek	1 sampai 10
	70 cm	-	-	10 objek	1 sampai 10
	80 cm	-	-	10 objek	1 sampai 10

Pengujian besar sudut kemiringan

Kemiringan sudut juga cukup berpengaruh terhadap pendeteksian *marker* serta sensitivitas *trigger Virtual Object.* Oleh karena itu pengujian besar sudut kemiringan dilakukan pada jarak optimal berdasarkan tabel 3 dari pengujian jarak sebelumnya agar hasil berupa besaran sudut maksimal pendeteksian *marker* dan batas sudut *Virtual Object* dapat di *trigger* diketahui.

Tabel 5. Pengujian Kemiringan Sudut

Smartphone	Besar Sudut Maksimal
Xiaomi Redmi 9T	80°
Samsung Galaxy J5	70°
Samsung Galaxy A3 (2016)	70°

Pada tabel 6 menunjukan hasil yang didapat dari pengujian kemiringan sudut pada tiga perangkat *smartphone*. Pada penelitian ini, Sudut 0° dideklarasikan pada posisi dimana *marker* dan kacamata *Virtual Reality* saling berhadapan.

Tabel 6. Pengujian Efektivitas *Virtual Object* Terhadap Kemiringan Sudut

Smartphone	**Besar Sudut**	***Virtual Object***			
		Berfungsi		**Tidak Berfungsi**	
		Jumlah	**Nomor**	**Jumlah**	**Nomor**
Xiaomi Redmi 9T	0°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	10°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	20°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	30°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	40°	8 objek	2,3,4,5,6,7,8,dan 9	2 objek	1 dan 5
	50°	8 objek	2,3,4,6,7,8,9 dan 10	2 objek	1 dan 5
	60°	4 objek	4,8,9, dan 10	6 objek	1,2,3,5,6,dan 7
	70°	-	-	10 objek	1 sampai 10
	80°	-	-	10 objek	1 sampai 10
	90°	-	-	10 objek	1 sampai 10
Samsung Galaxy J5	0°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	10°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	20°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	30°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	40°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	50°	8 objek	2,3,4,6,7,8,9 dan 10	2 objek	1 dan 5
	60°	6 objek	3,4,7,8,9, dan 10	4 objek	1,2,5 dan 6
	70°	-	-	10 objek	1 sampai 10
	80°	-	-	10 objek	1 sampai 10
	90°	-	-	10 objek	1 sampai 10
Samsung Galaxy A3 (2016)	0°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	10°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	20°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	30°	10 objek	1 sampai 10	-	-
	40°	8 objek	2,3,4,6,7,8,9,10	2 objek	1 dan 5
	50°	8 objek	2,3,4,6,7,8,9,10	2 objek	1 dan 5
	60°	4 objek	4,8,9 dan 10	6 objek	1,2,3,5,6,dan 7
	70°	-	-	10 objek	1 sampai 10
	80°	-	-	10 objek	1 sampai 10
	90°	-	-	10 objek	1 sampai 10

Tabel 7. Pengujian Waktu Respon Objek *Virtual*

Smartphone	**Waktu respon**
Xiaomi Redmi 9T	0,5 detik
Samsung Galaxy J5	0,5 detik
Samsung Galaxy A3 (2016)	0,5 detik

4. KESIMPULAN

a. Penelitian ini bertujuan untuk menunjang metode edukasi tentang hewan laut yang berada di zona epipelagik dengan dibuatnya aplikasi *Mixed Reality* "Oceanimals MR" yang dapat memunculkan objek 3 dimensi hewan laut. Cara penggunaannya yaitu dengan menempatkan kacamata *Virtual Reality* dan *Marker* yang saling berhadapan.
b. Aplikasi "Oceanimals MR" dikembangkan dengan model ADDIE dan menggunakan Algoritma *FAST Corner Detection* yang berfungsi mendeteksi sudut-sudut pada citra atau *marker* dan Metode *Occlusion Detection* yang berfungsi sebagai implementasi *Virtual Object* agar dapat memicu munculnya objek 3D.
c. Hasil yang didapatkan dari pengujian *Occlusion Detection* agar *Virtual Object* dapat di *trigger* yaitu minimal sebesar 22% hingga 54% terhalangi. Sebanyak tiga perangkat *smartphone* digunakan untuk pengujian jarak dan kemiringan sudut. Pada pengujian *smartphone* Xiaomi Redmi 9T didapatkan hasil jarak minimal 5cm, jarak optimal 30cm, jarak maksimal 410cm dan sudut kemiringan maksimal 80°. Pengujian di *smartphone* Samsung Galaxy J5 didapatkan hasil jarak minimal 5cm, jarak optimal 40cm, jarak maksimal 300cm , sudut kemiringan maksimal 70°. Pengujian di *smartphone* Samsung Galaxy A3 (2016) didapatkan hasil jarak minimal 5cm, jarak optimal 30cm, jarak maksimal 330cm dan sudut kemiringan maksimal 70°. Sedangkan respon waktu yang dibutuhkan agar objek *virtual* dapat tampil saat kamera aktif yaitu 0,5 detik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. B. J. Swasta, *Bioekologi Ekosistem Laut dan Estuaria - Rajawali Pers*. Depok: PT RajaGrafindo Persada, 2021. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=rE45EAAAQBAJ
[2] A. Sartimbul *et al.*, *PENGELOLAAN SUMBERDAYA PERIKANAN PELAGIS DI INDONESIA*. Malang: UB Press, 2017. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books/about/Pengelolaan_Sumberdaya_Perikanan_Pelagis.html?id=-UdODwAAQBAJ&redir_esc=y
[3] B. A. Masse and A. N. Ainun, "Perancangan Aplikasi Magic Book Pengenalan Hewan Air Dengan Teknologi Augmented Reality," *Jesik*, vol. 4, no. 1, pp. 47–62, 2018.
[4] R. A. Mahdafiki, R. Titi, and K. Sari, "Mixed Reality Edukasi Pengenalan Bioma dengan Metode Occlusion Detection dan Algoritma FAST Corner Detection," vol. 9, no. 1, 2022.
[5] M. Yusuf, F. Fauziah, and A. Gunaryati, "Teknologi Mixed Reality Pada Aplikasi Tuntunan Shalat Maghrib Menggunakan Algoritma Fast Corner Detection Dan Lucas Kanade," *JIPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 82–93, 2021, doi: 10.29100/jipi.v6i1.1905.
[6] A. K. Wahyudi, E. S. Utama, and R. R. Ngantung, "Alat Peraga Mixed Reality untuk Pembelajaran Anatomi Otak Manusia dengan Interaksi Occlusion

Detection," *CogITo Smart J.*, vol. 4, no. 2, p. 337, 2019, doi: 10.31154/cogito.v4i2.140.337-347.

[7] F. Utami, R. Rukiyah, and W. D. Andika, "Pengembangan Media Flashcard Berbasis Augmented Reality pada Materi Mengenal Binatang Laut," *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 5, no. 2, pp. 1718–1728, 2021, doi: 10.31004/obsesi.v5i2.933.

[8] C. Kaewrat and P. Boonbrahm, "Identify the object's shape using augmented reality marker-based technique," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 9, no. 6, pp. 2193–2200, 2019, doi: 10.18517/ijaseit.9.6.9952.

[9] G. Tsaramirsis, H. M. Al-Barhamtoshy, and A. Fattouh, "Understanding the Semantics of a Mixed Reality Environment," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 47, 2016, doi: 10.17485/ijst/2015/v8i1/108692.

[10] N. M. Hidayat, "Aplikasi Augmented Reality Perlengkapan Militer Menggunakan Algoritma FAST Corner Dan Lucas Kanade," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1417–1428, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1060.

[11] R. N. S. Pratama, F. Fauziah, and R. T. K. Sari, "Metode Natural Feature Tracking dan Fast Corner Detection dengan Teknik Virtual Button Pada Aplikasi Sistem Pernafasan Manusia," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, p. 1133, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3067.

[12] D. Romdoni *et al.*, "Implementasi Algoritma Fast Corner Detection FAST (Feature Form Accelerated Segment Test) dan Augmented Reality untuk Menentukan Keaslian Batik Studi Kasus (Batik Trusmi) Cirebon," *Uniku*, no. 148, pp. 1–6, 2019.