

## Mixed Reality Edukasi Pengenalan Bioma dengan Metode Occlusion Detection dan Algoritma FAST Corner Detection

Rizki Akbar Mahdafiki<sup>1\*</sup>, Fauziah<sup>1</sup>, Ratih Titi Komala Sari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional.

\* Corresponding Author. E-mail: [rizkiakbarmahdafiki2018@student.unas.ac.id](mailto:rizkiakbarmahdafiki2018@student.unas.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article History

Received:

22 December 2021;

Revised:

20 January 2022;

Accepted:

24 April 2022;

Available online:

31 May 2022.

#### Keywords

algoritma *fast corner detection*; edukasi bioma; metode *natural feature tracking*; metode *occlusion detection*; *mixed reality*.

### ABSTRACT

Disebabkan cepatnya perkembangan teknologi yang terjadi, secara tidak langsung mempengaruhi banyak bidang, salah satunya dalam bidang pendidikan. Untuk membuat sistem pembelajaran menjadi lebih interaktif, dibuatlah sebuah aplikasi dengan mengimplementasikan teknologi *Mixed Reality* (MR), yang merupakan hasil kombinasi *Virtual Reality* (VR) dengan *Augmented Reality* (AR). Penelitian ini mengimplementasikan teknologi *Mixed Reality* untuk media edukasi tentang jenis serta karakteristik bioma berbasis android yang memanfaatkan teknologi 3D sebagai objek pembelajarannya. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek *virtual*, dan untuk memunculkan objek *virtual* dibutuhkan sebuah *marker* sebagai penanda dari objek *virtual*. Algoritma *FAST Corner Detection* akan memindai *marker* untuk menentukan titik tengah gambar pada *marker*. Agar mendapatkan hasil yang lebih nyata dan interaktif digunakan metode *Occlusion Detection*, sehingga objek *virtual* dapat berinteraksi langsung dengan pengguna aplikasi. Aplikasi telah diuji pada perangkat dengan versi sistem operasi android yang berbeda-beda, yaitu Nougat (7.0) hingga R (11.0) dimana hasil pengujian jarak terhadap *marker* bervariasi, mulai dari jarak terdekat sebesar 10 cm hingga terjauhnya yaitu 240 cm hingga 300 cm. Juga hasil pengujian sudut kemiringan terhadap *marker*, batas maksimal sudut kemiringan *marker* dapat dipindai adalah sebesar 80°. Waktu respon *Mixed Reality* pun diuji dengan cara menghitung lama waktu munculnya objek *virtual* saat pertama kali kamera memindai *marker*, yang menghasilkan waktu 0,5 detik.

*The rapid development of technology that occurs affects many fields, one of which is education. To make the learning system more interactive, an application was made by implementing Mixed Reality (MR) technology which is the result of Virtual Reality (VR) with Augmented Reality (AR) combination. This study implements Mixed Reality technology for educational media about the types and characteristics of android-based biomes that use 3D technology as the object of learning. Users can interact with virtual objects, and to bring up virtual objects, a marker is needed as a marker of the virtual object. FAST Corner Detection algorithm will scan the marker to determine the center point of the image on the marker. To get more real and interactive results, the Occlusion Detection method is used, so that virtual objects can interact directly with application users. The application has been tested on devices with different versions of the Android operating system, namely Nougat (7.0) to R (11.0) where the results of testing the distance to the marker vary, ranging from the closest distance of 10 cm and the furthest distance of 240 cm to 300 cm. In addition, the angle test of maximum results the marker can be scanned at the value of 80 degrees. The Mixed Reality response time was also tested by calculating the length of time the virtual object appeared when the camera scanned the marker for the first time, which resulted in a time of 0.5 seconds.*



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



#### How to cite:

Mahdafiki, R., Fauziah, F., & Sari, R. (2022). Mixed Reality Edukasi Pengenalan Bioma dengan Metode Occlusion Detection dan Algoritma FAST Corner Detection. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 9(1). doi:<https://doi.org/10.21831/jitp.v9i1.46320>

## PENDAHULUAN

Sistem pendidikan semakin maju, karena dipengaruhi oleh perkembangan teknologi yang begitu pesat. Dengan memanfaatkan teknologi, sistem pembelajaran dapat berlangsung secara cepat dan fleksibel. Selain itu dengan adanya berbagai jenis teknologi yang tersedia, pembelajaran juga dapat dilakukan dengan cara yang interaktif. Salah satu teknologi yang dapat mendukung sistem pembelajaran agar menjadi lebih menarik adalah teknologi 3D. Salah satu teknologi yang memanfaatkan model 3D yaitu *Mixed Reality* yang merupakan hasil kombinasi dari dua teknologi yang berbeda, yaitu *Virtual Reality* dengan *Augmented Reality*. Dengan cara memanfaatkan teknologi *Mixed Reality*, minat belajar dapat lebih meningkat dikarenakan sistem pembelajaran menjadi lebih menghibur. *Mixed Reality* dapat dimanfaatkan untuk memvisualisasikan suatu tempat atau lokasi yang aksesnya sulit dijangkau atau terlalu luas, contohnya macam-macam bioma yang tersebar di seluruh penjuru dunia. Untuk materi tentang bioma, kebanyakan orang hanya tahu melalui teks dan gambar, dengan memanfaatkan *Mixed Reality* pengguna dapat mendapatkan ilustrasi bioma yang lebih jelas dan menarik. Dan pengguna juga dapat berinteraksi secara langsung dengan bioma-bioma tersebut.

Penelitian ini mengimplementasikan teknologi 3D sebagai media pembelajaran untuk menggambarkan materi yang akan disampaikan yaitu macam-macam bioma yang ada di dunia beserta karakteristiknya. Pada penelitian terkait metode *Occlusion Detection* yang bertujuan untuk meninjau penanganan metode *Occlusion Detection* dalam skenario yang berbeda-beda, mulai dari *Image Processing*, *Computer Vision*, dan *Machine Learning* (Chandel & Vatta, 2015). Pada penelitian terkait *Mixed Reality* selanjutnya dengan tujuan mengeksplorasi integrasi *Mixed Reality* yang digunakan dalam buku IPA yang dirancang khusus dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Weng et al., 2019). Penelitian selanjutnya adalah penelitian tentang *Mixed Reality* dengan tujuan untuk mendapatkan hasil berupa tantangan-tantangan dalam pengembangan *Mixed Reality* serta memberikan wawasan tentang tren *Mixed Reality* di masa depan (Cheng et al., 2020). Pada penelitian tentang *Mixed Reality* selanjutnya bertujuan untuk memperluas arus literatur untuk merencanakan, merancang, menguji dan mengevaluasi tanggapan positif maupun negatif teknologi dan perangkat *Mixed Reality* (John & Kurian, 2019). Pada penelitian terkait lainnya membahas tren penggunaan teknologi *Augmented Reality* di bidang edukasi pada tahun 2006 – 2016 (Altinpulluk, 2019). Pada penelitian lainnya tentang tren yang terkait bertujuan untuk meninjau tren penggunaan teknologi *Augmented Reality* di bidang edukasi pada tahun 2016 dan 2017 (Yilmaz, 2018). Pada penelitian terkait dengan *Augmented Reality* yang bertujuan untuk meningkatkan motivasi belajar di bidang IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) para siswa SD (Sekolah Dasar) (Setyawan et al., 2019). Pada penelitian sebelumnya yang terkait dengan *Mixed Reality* dilakukan penelitian dengan tujuan sebagai media pengenalan fauna berdasarkan jenis makanan yang dikonsumsinya (Pramono, 2018). Penelitian terkait selanjutnya menggunakan metode yang sama yaitu metode *marker based*, dengan tujuan sebagai media pembelajaran tentang cara-cara berkembang biak fauna (Gunawan & Putra, 2020). Pada penelitian serupa tentang metode *Occlusion Detection* dengan tujuan untuk media pembelajaran sistem anatomi otak manusia dijelaskan penggunaan metode yang digunakan diimplementasikan pada fitur *virtual button* sebagai media interaksi pengguna dengan objek *virtual* (A. K. Wahyudi et al., 2019). Penelitian selanjutnya bertujuan untuk menambah tingkat partisipasi dan antusiasme siswa serta meningkatkan efektivitas sistem pembelajaran yang diimplementasikan dalam bentuk teknologi *Augmented Reality* (Alkodri et al., 2020).

Berdasarkan penjelasan penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti ingin memanfaatkan teknologi *Mixed Reality* sebagai media edukasi pengenalan bioma di seluruh dunia dengan menghasilkan sebuah aplikasi yang berfungsi untuk menampilkan objek *virtual* macam-macam bioma, karakteristiknya, serta flora dan fauna yang menempati biomanya. Demi meningkatkan performa dari aplikasi yang dibuat, peneliti mengimplementasikan algoritma *FAST Corner Detection (FCD)* yang digunakan untuk memindai *marker* dengan metode *Marker Based*, dimana *marker* tersebut akan digunakan sebagai penanda tempat objek *virtual* ditampilkan. Kemudian hasil kombinasi dari algoritma dan metode tersebut dikombinasikan dengan metode *Occlusion Detection* untuk meningkatkan interaktivitas pengguna dan objek *virtual*. Aplikasi *Mixed Reality* Edukasi Bioma ini dapat digunakan oleh pelajar dengan jenjang SMP sederajat, SMA sederajat terutama

jurusan IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) hingga masyarakat umum dengan syarat pengguna harus memiliki pemahaman dasar tentang ekosistem alam.

## METODE

### Mixed Reality

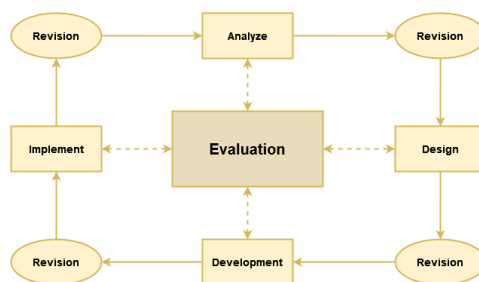
*Mixed Reality* merupakan suatu teknologi hasil dari kombinasi dua teknologi yaitu *Virtual Reality* dengan *Augmented Reality*, dimana pengguna dan objek *virtual* dapat melakukan interaksi secara langsung di dunia nyata (Yusuf et al., 2021).

*Augmented Reality* adalah suatu teknologi dengan fungsi menciptakan objek *virtual* yang terhubung dengan dunia nyata dengan informasi terbatas. *Augmented Reality* memberikan informasi dalam bentuk objek *virtual* atau gambar yang diimplementasikan kedalam bentuk dunia nyata dengan enam derajat kebebasan (6DOF) (N. Wahyudi et al., 2019).

*Virtual Reality* adalah suatu sistem dimana sebagian besar lingkungan terdiri dari objek *virtual* yang terdapat didalam data visual komputer dan data tersebut tidak ada di dunia nyata. *Virtual Reality* membawa pengguna ke dunia yang berbentuk *virtual* tanpa dapat melakukan interaksi pada dunia nyata dengan 3 derajat kebebasan (3DOF) (N. Wahyudi et al., 2019).

### Model ADDIE

Model ADDIE adalah sebuah model yang dapat mempermudah proses implementasi desain, instruksi, dan peningkatan sebuah sistem. Dalam model ADDIE terdapat beberapa proses yang harus dilakukan sesuai dengan urutannya, yaitu *Analyze*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan yang terakhir adalah *Evaluate* (Pangestu et al., 2020).



Gambar 1. Diagram Model ADDIE

Gambar 1 menjelaskan alur dalam implementasi model ADDIE, berikut merupakan deskripsi hasil dari setiap proses model ADDIE yang dilakukan:

#### Analisis (*Analyze*)

Dalam fase pengembangan dibutuhkan analisis kelayakan dan syarat-syarat pembuatan aplikasi. Pengembangan aplikasi dapat diawali dengan masalah yang muncul dan terjadi karena aplikasi yang tersedia sudah tidak mendukung beberapa teknologi terbaru. Hasil data analisis yang didapatkan adalah aplikasi akan menampilkan objek *virtual* berupa macam-macam bioma yang dapat berinteraksi dengan pengguna secara langsung.

#### Desain (*Design*)

Dalam fase desain, dibuat tampilan aplikasi berdasarkan hasil yang sudah dianalisa sebelumnya. Desain yang dibuat antara lain desain objek *virtual* jenis bioma, *marker*, dan tampilan menu utama aplikasi *Mixed Reality* bioma.

#### Pengembangan (*Development*)

Dalam fase pengembangan, rancangan aplikasi yang sudah dibuat sebelumnya akan di implementasikan menjadi sebuah produk baru yaitu berupa aplikasi *Mixed Reality* bioma berbasis *mobile* yang dapat dijalankan dengan sistem operasi android.

#### Implementasi (*Implement*)

Dalam fase implementasi, dilakukan tahap pengujian. Pengujian dilakukan agar seluruh elemen aplikasi dapat berjalan dengan baik, sehingga *output* yang dihasilkan menjadi maksimal dan

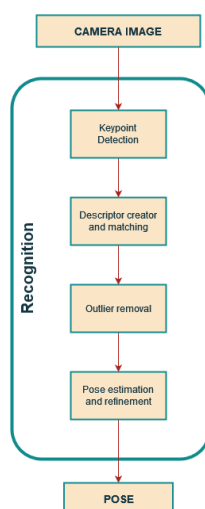
sesuai dengan *output* yang sudah dirancang. Dengan dilakukannya pengujian, kesalahan-kesalahan yang ada pada aplikasi dapat di minimalisir.

Evaluasi (*Evaluate*)

Dalam fase evaluasi, dilakukan penilaian berdasarkan penggunaan aplikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui penilaian tingkat keberhasilan aplikasi *Mixed Reality* bioma.

### **Natural Feature Tracking**

*Natural Feature Tracking (NFT)* adalah metode untuk mengidentifikasi suatu titik atau wilayah dari suatu gambar atau citra berdasarkan polanya yang diimplementasikan kedalam *marker* (Abdillah et al., 2020).



Gambar 2. Alur *Natural Feature Tracking*

Diagram yang terdapat pada Gambar 2 adalah alur metode *Natural Feature Tracking* yang diinisialisasi dari citra yang ditangkap oleh kamera kemudian citra tersebut di proses untuk dikenali sehingga citra tersebut dapat digunakan untuk estimasi dan perbaikan pose objek *virtual*.

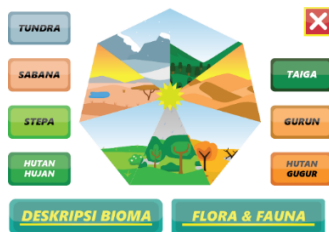
### **FAST Corner Detection**

*FAST Corner Detection (FCD)* adalah prosedur perhitungan untuk proses penentuan titik sudut sebuah citra yang diawali dengan mendeteksi sudut sehingga mendapatkan hasil berupa sudut-sudut dari suatu citra (Memoriano, 2020). Berikut adalah langkah-langkah *FCD*:

1. Menentukan posisi awal  $(x_p, y_p)$  yang disimbolkan dengan titik  $p$  untuk digunakan sebagai titik pertama dalam *marker*.
2. Menentukan radius berdasarkan titik  $p$  sebagai titik pusat sebesar tiga piksel.
3. Setiap piksel yang sudah ditentukan diberikan nomor dimulai dari titik teratas dari koordinat  $p$  dengan arah sesuai jarum jam, mulai dari titik pertama hingga titik keenam belas.
4. Memilih keempat titik dari setiap titik di sekeliling koordinat  $p$
5. Membandingkan intensitas titik pusat  $p$  berdasarkan pada koordinat yang sudah dipilih sebelumnya.
6. Mengulangi proses perbandingan hingga seluruh titik pada citra (*marker*).

### **Marker Based**

*Marker* merupakan suatu penanda yang digunakan sebagai landasan atau acuan tempat munculnya objek *virtual*. *Marker* digunakan sebagai penghubung antara objek *virtual* yang berada di dunia *virtual* dengan dunia nyata. Metode *Marker Based* berjalan dengan cara memindai *marker* yang terlihat, kemudian mengecek ketersediaan *marker* yang sudah dipindai dengan *marker* yang tersimpan pada *database*. Jika *marker* yang dipindai tersedia di *database*, maka objek *virtual* yang dikonfigurasi akan tampil disekitar *marker* tersebut. Berikut adalah bentuk *marker* yang diimplementasikan kedalam aplikasi Bioma MR untuk media pengenalan bioma.

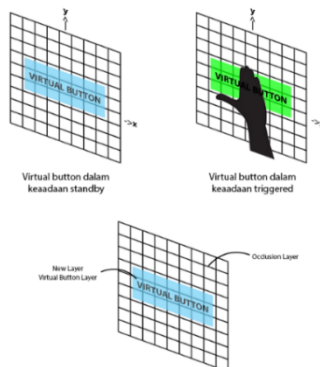


Gambar 3. Desain *Marker* Aplikasi

Gambar 3 merupakan citra yang dideklarasikan sebagai *marker*, dimana *marker* tersebut akan dipindai menggunakan kamera dari *smartphone* pengguna dan digunakan untuk menampilkan objek *virtual*.

### Occlusion Detection

Metode *Occlusion Detection* adalah metode yang berfungsi untuk melakukan pendeteksian kondisi dari suatu objek *virtual* yang terhalangi atau bertabrakan dengan objek fisik lain (N. Wahyudi et al., 2019). *Occlusion* mendeteksi keadaan objek kedalam dua kategori, yaitu *self-occlusion* dan *inter-object occlusion* (Chandel & Vatta, 2015). Kategori pertama, *self-occlusion* yaitu keadaan satu bagian dari suatu objek terhalang oleh bagian lain. Kedua, *inter-object occlusion* yaitu keadaan ketika dua objek yang dilacak saling menutupi. Metode *Occlusion Detection* digunakan untuk menjaga objek *virtual* agar posisi serta rotasi tidak berubah saat objek *virtual* sedang dalam keadaan terhalang oleh objek lainnya. Metode ini dikombinasikan dengan penggunaan *virtual button* dengan tujuan memberikan pengguna kebebasan untuk berinteraksi dengan objek *virtual* secara langsung tanpa harus menekan tombol yang ada di layar perangkat *smartphone*. Dengan metode ini pengguna secara langsung akan terlihat seperti sedang menekan tombol yang memiliki bentuk fisik.



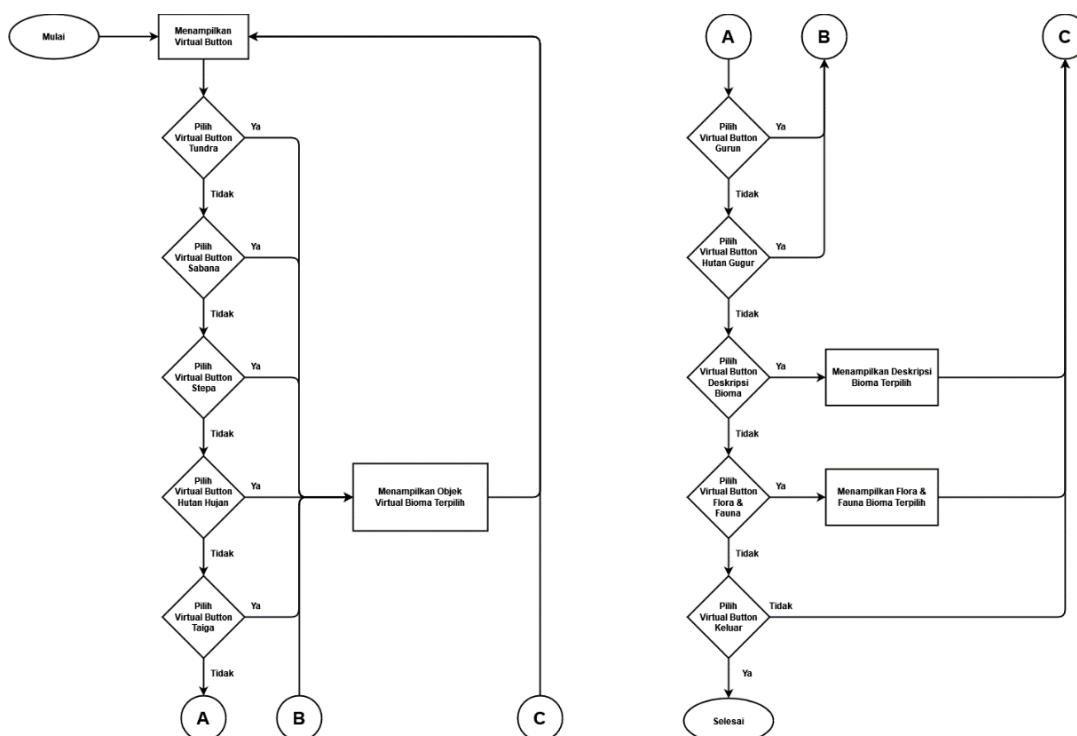
Gambar 4. Metode *Occlusion Detection*

Dijelaskan pada Gambar 4 untuk implementasi dari metode *Occlusion Detection*, citra atau *marker* yang ingin digunakan harus berada di bawah *layer* atau lapisan baru yang bernama lapisan *virtual button*. Lapisan *virtual button* berfungsi untuk melapisi lapisan *Occlusion* berupa *marker*, sehingga ketika *marker* terhalang pada bagian yang terlapsi oleh lapisan *virtual button* maka keadaan *virtual button* akan menjadi aktif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Flowchart Aplikasi

*Flowchart* berfungsi sebagai penjelasan alur dari sebuah aplikasi atau sistem, dimana penjelasan tersebut dijelaskan dalam bentuk diagram. Berikut adalah *flowchart* disaat pengguna membuka kamera dan menjalankan *Mixed Reality*:

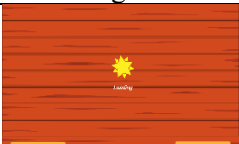






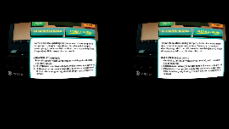


Gambar 5. Flowchart Mixed Reality Aplikasi

Pada *Flowchart Mixed Reality* yang dapat dilihat pada Gambar 5 dijelaskan bahwa dalam fitur *Mixed Reality* yang digunakan dalam aplikasi memiliki sepuluh buah *virtual button*, dimana setiap *virtual button* memiliki fungsi dan konten yang berbeda. Dari sepuluh *virtual button* yang tersedia tujuh diantaranya adalah *virtual button* untuk menampilkan objek *virtual 3D*, *virtual button* tersebut adalah *virtual button* Tundra, Sabana, Stepa, Hutan hujan, Taiga, Gurun, dan Hutan gugur. Dua *virtual button* lainnya berfungsi untuk menampilkan objek *virtual 2D* yang berisi deskripsi dan flora fauna dari bioma yang terpilih. Untuk *virtual button* terakhir berfungsi untuk mengembalikan tampilan ke menu utama aplikasi.

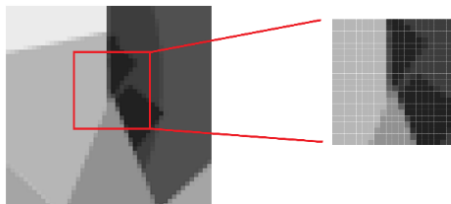
**Storyboard**

Tabel 1. Keterangan Tampilan *User Interface* pada *Storyboard*

No.	Bagian	Deskripsi
1		Tampilan yang akan pertama kali ditampilkan saat aplikasi dibuka
2		Tampilan menu utama aplikasi dimana pengguna dapat memilih tombol Jalankan MR, Petunjuk Penggunaan, Tentang Aplikasi, atau Keluar
3		Tampilan ketika tombol “Petunjuk Penggunaan” ditekan. Menampilkan cara-cara penggunaan aplikasi Bioma MR dan juga menampilkan tombol untuk mengunduh <i>marker</i> yang dibutuhkan
4		Tampilan splashscreen untuk memberitahu pengguna untuk menggunakan alat <i>Virtual Reality</i> (Kacamata <i>VR</i> )

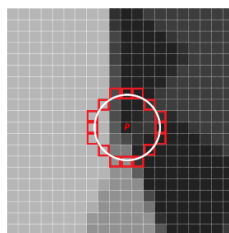
5		<p>Tampilan kamera untuk menampilkan objek <i>virtual</i> dan <i>virtual button</i> yang dapat melakukan interaksi dengan pengguna</p>
6		<p>Tampilan kamera saat fitur <i>virtual button</i> “Deskripsi Bioma” ditekan akan menampilkan deskripsi dari bioma yang sedang aktif atau ditampilkan</p>
7		<p>Tampilan kamera saat fitur <i>virtual button</i> “Flora &amp; Fauna” ditekan akan menampilkan flora dan fauna yang menempati bioma yang sedang aktif atau ditampilkan</p>
8		<p>Tampilan ketika tombol “Tentang Aplikasi” ditekan maka akan menampilkan penjelasan tentang tujuan pembuatan aplikasi dan identitas pembuat aplikasi</p>
9		<p>Tampilan Ketika tombol “Keluar” ditekan maka akan menampilkan sebuah jendela konfirmasi untuk menutup aplikasi</p>

**Implementasi Algoritma FAST Corner Detection pada marker**



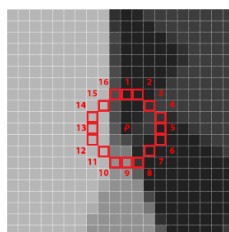
Gambar 6. Penentuan Titik Pertama

1. Pada Gambar 6 ditentukan koordinat  $p$  dalam citra (marker) pada posisi awal  $(x_p, y_p)$  sebagai titik pertama.



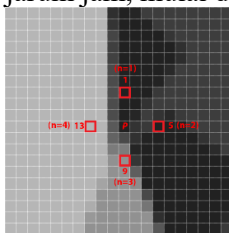
Gambar 7. Penentuan Titik  $p$  (Titik Awal)

2. Pada Gambar 7 ditentukan radius berdasarkan titik  $p$  sebagai titik pusat sebesar 3 piksel.



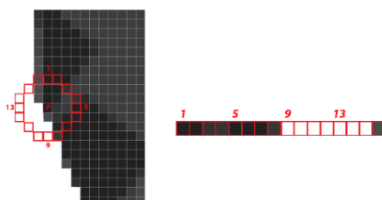
Gambar 8. Penentuan Titik Terdekat dari Titik  $p$

3. Pada Gambar 8, setiap piksel yang sudah ditentukan diberikan nomor dimulai dari titik teratas dari koordinat  $p$  dengan arah sesuai jarum jam, mulai dari 1 hingga 16.



Gambar 9. Penentuan Titik  $p$  berdasarkan Titik  $n$  pertama, kedua, ketiga, dan keempat

4. Pada Gambar 9 merupakan proses penentuan posisi empat titik dari enam belas titik terdekat, dimana titik  $n$  pertama ( $n=1$ ) berada di koordinat  $(x_p, y_{p+3})$  yaitu berada pada posisi titik pertama dari enam belas titik terdekat yang didapatkan sebelumnya. Titik  $n$  kedua ( $n=2$ ) di koordinat  $(x_{p+3}, y_p)$  yaitu berada pada posisi titik kelima dari enam belas titik terdekat. Titik  $n$  ketiga ( $n=3$ ) di koordinat  $(x_p, y_{p-3})$  yaitu berada pada posisi titik kesembilan dari enam belas titik terdekat. Dan titik  $n$  terakhir ( $n=4$ ) di koordinat  $(x_{p-3}, y_p)$  yaitu berada pada posisi titik ketiga belas dari enam belas titik terdekat.



Gambar 10. Perbandingan Intensitas pada enam belas Piksel dari Titik  $p$

5. Pada Gambar 10 merupakan proses perbandingan intensitas dari titik pusat  $p$  berdasarkan pada empat titik yang sudah terpilih sebelumnya, Titik  $p$  akan ditetapkan sebagai titik sudut apabila setidaknya minimal tiga titik poin berikut terpenuhi, yaitu :

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

Keterangan :

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

6. Mengulangi proses perbandingan titik  $p$  hingga mencapai keseluruhan titik pada citra (*marker*). Berikut adalah skala kualitas citra *marker* yang digunakan pada Vuforia SDK.



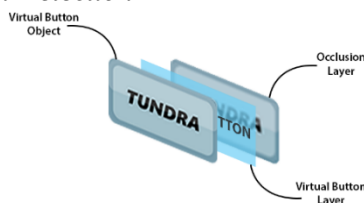
Gambar 11. *Marker* yang sudah ditandai

Waktu perhitungan yang dihasilkan oleh algoritma *FAST Corner Detection* lebih singkat, namun dikarenakan singkatnya waktu perhitungan yang dihasilkan maka kualitas akurasi deteksi titik sudut akan semakin menurun. Vuforia SDK menawarkan suatu fitur untuk menampilkan kualitas dari sebuah citra yang digunakan sebagai *marker* dengan skala penilaian satu sampai lima, dimana



semakin tinggi skala kualitas citra, maka objek *virtual* yang tampil akan semakin stabil seperti yang disajikan pada Gambar 11.

**Implementasi Metode Occlusion Detection**



Gambar 12. Pembagian Layer

1. Seperti yang disajikan pada Gambar 12, dalam metode *Occlusion Detection*, *marker* dan *virtual button* dibagi menjadi dua *layer* atau lapisan, yaitu lapisan *occlusion* yang merupakan citra *marker* dan sebuah lapisan baru yang bernama lapisan *virtual button* yang melapisi lapisan *occlusion*.



Gambar 13. Pencocokan Titik dengan *Virtual Button*

2. Pada Gambar 13 dapat dilihat *virtual button* dan objek *virtual* akan tampil sesuai dengan titik pusat yang sudah ditentukan pada citra *marker*.








Gambar 14. Keadaan *Virtual Button* Saat Ditekan

3. Jika titik pusat pada lapisan *occlusion* lebih tepatnya yang terlapsi oleh bagian *virtual button* terhalang oleh objek lain seperti pada kondisi yang diperlihatkan pada Gambar 14, maka *virtual button* tersebut akan masuk ke dalam kondisi aktif atau sama seperti keadaan ditekan.

Semakin sedikit titik pusat yang terdapat pada lapisan *occlusion*, maka *virtual button* akan menjadi semakin tidak efektif. Dan juga jika semakin banyak titik pusat yang terhalang oleh objek, maka semakin efektif pula *virtual button*. Berikut adalah hasil pengujian terhadap minimal titik pusat yang terhalang untuk memicu *virtual button*.

Tabel 2. Persentase Minimal Titik Pusat yang Terhalang

No.	Virtual button	Titik Pusat		Persentase
		Jumlah	Terhalang Minimal	
1		23 titik	21 titik	91%
2		30 titik	28 titik	93%
3		13 titik	9 titik	69%
4		29 titik	25 titik	86%
5		16 titik	12 titik	75%

6		19 titik	15 titik	78%
7		26 titik	21 titik	80%
8		68 titik	55 titik	80%
9		51 titik	41 titik	80%
10		4 titik	4 titik	100%

### Pengujian Aplikasi

Pengujian dilakukan pada lima perangkat android yang dipasang kedalam kacamata *Virtual Reality* dengan tipe dan spesifikasi berbeda. *Smartphone* yang digunakan adalah Xiaomi Redmi 4X, Samsung J7 Prime, Xiaomi Redmi Note 5, dan Samsung M31, dan Samsung A32. Pengujian dilakukan menggunakan *marker* yang dicetak pada kertas dengan ukuran A4. Berikut merupakan beberapa spesifikasi *CPU*, versi sistem operasi android (*OS*), resolusi kamera, dan ukuran RAM dari perangkat *smartphone* yang digunakan untuk pengujian penelitian.

Tabel 3. Spesifikasi *Smartphone* Penguji

<i>Smartphone</i>	<i>CPU</i>	<i>OS</i>	Kamera	RAM
Xiaomi Redmi 4X	Octa-Core 1.40 GHz	Nougat 7.0	13 MP	3 GB
Samsung J7 Prime	Octa-Core 1.60 GHz	Oreo 8.0	13 MP	3 GB
Xiaomi Redmi Note 5	Octa-Core 1.80 GHz	Pie 9.0	12 MP + 5 MP	4 GB
Samsung M31	Octa-Core 2.30 GHz	Android Q 10	64 MP	6 GB
Samsung A32	Octa-Core 2.00 GHz	Android R 11	48 MP	8 GB

Pengujian berdasarkan jarak

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil tentang jarak maksimal dan minimal antara *marker* dengan kacamata *Virtual Reality* yang dibutuhkan pengguna untuk menampilkan objek *virtual* dan *virtual button*. Serta untuk mendapatkan hasil batas jarak maksimal dan minimal pengguna dapat berinteraksi dengan *virtual button*.

Tabel 4. Pengujian Jarak Kamera Dengan *Marker*

<i>Smartphone</i>	Jarak		
	Minimal	Optimal	Maksimal
Xiaomi Redmi 4X	10 cm	30 cm	240 cm
Samsung J7 Prime	10 cm	30 cm	240 cm
Xiaomi Redmi Note 5	10 cm	30 cm	270 cm
Samsung M31	10 cm	30 cm	300 cm
Samsung A32	10 cm	30 cm	300 cm

Pengujian jarak minimal merupakan pengujian jarak terdekat antara kacamata *Virtual Reality* dengan *marker* dimana jika jaraknya kurang dari jarak minimal, maka *marker* tidak dapat teridentifikasi. Pengujian jarak optimal merupakan pengujian jarak ketika kamera pertama kali dapat mengidentifikasi *marker* dan menampilkan objek *virtual*. Pengujian jarak maksimal merupakan pengujian jarak terjauh antara kacamata *Virtual Reality* dengan *marker* dimana jika jaraknya melebihi jarak maksimal, maka *marker* tidak dapat teridentifikasi.

Tabel 5. Pengujian Efektivitas *Virtual Button* Terhadap Jarak

<i>Smartphone</i>	Jarak	<i>Virtual button</i>
-------------------	-------	-----------------------

		Berfungsi	Tidak Berfungsi
Xiaomi Redmi 4X	10 cm	10 tombol	-
	20 cm	9 tombol	1 tombol
	30 cm	9 tombol	1 tombol
	40 cm	9 tombol	1 tombol
	50 cm	9 tombol	1 tombol
	60 cm	9 tombol	1 tombol
	70 cm	2 tombol	8 tombol
	80 cm	-	10 tombol
Samsung J7 Prime	10 cm	10 tombol	-
	20 cm	9 tombol	1 tombol
	30 cm	9 tombol	1 tombol
	40 cm	9 tombol	1 tombol
	50 cm	9 tombol	1 tombol
	60 cm	9 tombol	1 tombol
	70 cm	2 tombol	8 tombol
	80 cm	-	10 tombol
Xiaomi Redmi Note 5	10 cm	10 tombol	-
	20 cm	10 tombol	-
	30 cm	9 tombol	1 tombol
	40 cm	9 tombol	1 tombol
	50 cm	9 tombol	1 tombol
	60 cm	9 tombol	1 tombol
	70 cm	2 tombol	8 tombol
	80 cm	-	10 tombol
Samsung M31	10 cm	10 tombol	-
	20 cm	9 tombol	1 tombol
	30 cm	9 tombol	1 tombol
	40 cm	9 tombol	1 tombol
	50 cm	9 tombol	1 tombol
	60 cm	9 tombol	1 tombol
	70 cm	2 tombol	8 tombol
	80 cm	-	10 tombol
Samsung A32	10 cm	10 tombol	-
	20 cm	9 tombol	1 tombol
	30 cm	9 tombol	1 tombol
	40 cm	9 tombol	1 tombol
	50 cm	9 tombol	1 tombol
	60 cm	2 tombol	8 tombol
	70 cm	-	10 tombol
	80 cm	-	10 tombol

Pengujian berdasarkan sudut kemiringan

Dalam pengujian sudut kemiringan *marker* digunakan jarak optimal dari setiap *smartphone* atau perangkat dari pengujian sebelumnya untuk mendapatkan hasil berupa besar sudut maksimal *marker* menampilkan objek *virtual*. Serta untuk mendapatkan hasil batas sudut pengguna dapat berinteraksi dengan *virtual button*.

Tabel 6. Pengujian Terhadap Kemiringan Sudut

Smartphone	Besar Sudut Maksimal
Xiaomi Redmi 4X	80°
Samsung J7 Prime	70°

Xiaomi Redmi Note 5	90°
Samsung M31	80°
Samsung A32	80°

Pengujian terhadap sudut diawali dengan 0° dimana dalam kondisi ini antara kacamata *Virtual Reality* dengan *marker* saling berhadapan.

Tabel 7. Pengujian Efektivitas *Virtual Button* Terhadap Kemiringan Sudut

<i>Smartphone</i>	Besar Sudut	<i>Virtual button</i>	
		Berfungsi	Tidak Berfungsi
Xiaomi Redmi 4X	0°	10 tombol	-
	10°	9 tombol	1 tombol
	20°	9 tombol	1 tombol
	30°	9 tombol	1 tombol
	40°	9 tombol	1 tombol
	50°	7 tombol	3 tombol
	60°	7 tombol	3 tombol
	70°	2 tombol	8 tombol
	80°	-	10 tombol
	90°	-	10 tombol
Samsung J7 Prime	0°	10 tombol	-
	10°	9 tombol	1 tombol
	20°	9 tombol	1 tombol
	30°	9 tombol	1 tombol
	40°	9 tombol	1 tombol
	50°	7 tombol	3 tombol
	60°	2 tombol	8 tombol
	70°	-	10 tombol
	80°	-	10 tombol
	90°	-	10 tombol
Xiaomi Redmi Note 5	0°	10 tombol	-
	10°	10 tombol	-
	20°	9 tombol	1 tombol
	30°	9 tombol	1 tombol
	40°	9 tombol	1 tombol
	50°	9 tombol	1 tombol
	60°	7 tombol	3 tombol
	70°	2 tombol	8 tombol
	80°	-	10 tombol
	90°	-	10 tombol
Samsung M31	0°	10 tombol	-
	10°	10 tombol	-
	20°	9 tombol	1 tombol
	30°	9 tombol	1 tombol
	40°	9 tombol	1 tombol
	50°	9 tombol	1 tombol
	60°	7 tombol	3 tombol
	70°	2 tombol	8 tombol
	80°	-	10 tombol

	90°	-	10 tombol
	0°	10 tombol	-
	10°	10 tombol	-
	20°	9 tombol	1 tombol
	30°	9 tombol	1 tombol
Samsung A32	40°	9 tombol	1 tombol
	50°	9 tombol	1 tombol
	60°	7 tombol	3 tombol
	70°	7 tombol	3 tombol
	80°	-	10 tombol
	90°	-	10 tombol

Pengujian respon waktu

Dalam pengujian respon waktu dilakukan perhitungan waktu munculnya objek *virtual* dan *virtual button* saat pertama kali *marker* pertama kali masuk ke dalam ruang pandang kamera yang diuji dengan jarak optimal dari pengujian sebelumnya. Untuk pengukuran waktu respon pengujian menggunakan aplikasi video editor, sehingga waktu yang didapatkan dapat lebih akurat.

Tabel 8. Pengujian Terhadap Waktu Munculnya Objek *Virtual*

<i>Smartphone</i>	Waktu respon
Xiaomi Redmi 4X	0,5 detik
Samsung J7 Prime	0,5 detik
Xiaomi Redmi Note 5	0,5 detik
Samsung M31	0,5 detik
Samsung A32	0,5 detik

SIMPULAN

Aplikasi *Mixed Reality* Edukasi Bioma dikembangkan dengan model ADDIE sehingga menghasilkan suatu aplikasi android dengan 7 bioma yang ditampilkan dalam bentuk objek *virtual*, dimana masing-masing objek *virtual* tersebut memiliki deskripsi dan karakteristik berbeda-beda. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek *virtual* bioma melalui *virtual button*, sehingga materi pembelajaran tentang bioma dapat disampaikan dengan cara yang lebih menarik dan interaktif.

Setelah melakukan pengujian aplikasi, terdapat beberapa hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan dicatat. Metode *Occlusion Detection* akan lebih efektif jika jumlah titik pusat yang terhalang oleh objek berjumlah 80% dari jumlah keseluruhan titik pusat pada citra atau *marker*. Aplikasi Bioma *Mixed Reality* dapat berjalan pada *smartphone* dengan kebutuhan sistem operasi setidaknya android versi Nougat (7.0) hingga versi android terbaru, yaitu R (11.0). Objek *virtual* dapat dilihat sepenuhnya pada jarak minimal 10 cm di semua *smartphone*, dan jarak maksimal 240 cm di *smartphone* dengan kamera 13 MP, 270 cm di *smartphone* dengan kamera 12 MP + 5 MP, dan 300 cm di *smartphone* dengan kamera lebih dari 20 MP. Seluruh fitur pada aplikasi seperti *marker*, *virtual button*, dan objek *virtual* dapat berinteraksi dengan pengguna secara efektif pada jarak 10 cm hingga 30 cm di perangkat manapun. *Marker* dapat dipindai dengan sudut kemiringan maksimal 70° pada *smarthphone* Samsung J7 Prime. Pada *smartphone* Xiaomi Redmi 4X, Samsung M31, dan Samsung A32 sudut kemiringan maksimalnya adalah sebesar 80°. Sedangkan pada *smartphone* Xiaomi Redmi Note 5 batasnya adalah 90°. *Marker*, *virtual button*, dan objek *virtual* dapat berinteraksi dengan pengguna secara efektif pada sudut kemiringan dibawah 10° di perangkat manapun. Aplikasi membutuhkan jangka waktu selama 0,5 detik untuk menampilkan objek *virtual* dan *virtual button* dari *marker* yang dipindai, dimana waktu tersebut terhitung dari pertama kali kamera *smartphone* menangkap citra *marker*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, G. Y., Andryana, S., & Iskandar, A. (2020). Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer Dengan Fast Corner Dan Natural Feature Tracking. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 5(2), 79. <https://doi.org/10.29100/jupi.v5i2.1767>
- Alkodri, A., Harrizki, & Suharno. (2020). Penerapan Algoritma Surf Pendeteksi Objek Pada Augmented Reality Berbasis Android. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 6(2), 240–249. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v6i2.217>
- Altinpulluk, H. (2019). Determining the trends of using augmented reality in education between 2006-2016. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1089–1114. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9806-3>
- Chandel, H., & Vatta, S. (2015). Occlusion Detection and Handling: A Review. *International Journal of Computer Applications*, 120(10), 33–38. <https://doi.org/10.5120/21264-3857>
- Cheng, J. C. P., Chen, K., & Chen, W. (2020). State-of-the-Art Review on Mixed Reality Applications in the AECO Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(2), 03119009. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001749](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001749)
- Gunawan, G., & Putra, A. A. (2020). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Edukasi Pengenalan Hewan Vivipar Ovipar Dan Ovovivipar Bagi Siswa Sekolah Dasar. *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, 3(3), 137–148. <https://doi.org/10.36085/jsai.v3i3.1157>
- John, B., & Kurian, J. (2019). Making the World a Better Place with Mixed Reality in Education. *Australasian Conference on Information Systems*, 344–354.
- Memoriano, E. (2020). Augmented Reality and Global Positioning System (GPS) for Indoor and Outdoor Navigation using Features from Accelerated Segment Test (FAST) Corner Detection Algorithm and A-Star Algorithm. *Journal of Advances in Informations System and Technology*, 2(1), 31–36.
- Pangestu, D. A., Fauziah, & Hayati, N. (2020). Augmented Reality Sebagai Media Edukasi Mengenai Lapisan Atmosfer Menggunakan Algoritma Fast Corner. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 5(2), 67–78. <https://doi.org/10.29100/jupi.v5i2.1759>
- Pramono, H. D. (2018). Penerapan Teknologi Augmented Reality pada Game Pengenalan Hewan Berdasarkan Jenis Makanannya Berbasis Mobile. *Journal of Information and Technology*, 6(1), 13.
- Setyawan, B., Rofi'i, R., & Fatirul, A. N. (2019). Augmented Reality in Science Learning for Elementary School Students. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 07(01), 78–90.
- Wahyudi, A. K., Utama, E. S., & Ngantung, R. R. (2019). Alat Peraga Mixed Reality untuk Pembelajaran Anatomi Otak Manusia dengan Interaksi Occlusion Detection. *CogITo Smart Journal*, 4(2), 337. <https://doi.org/10.31154/cogito.v4i2.140.337-347>
- Wahyudi, N., Harianto, R. A., & Setyati, E. (2019). Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection. *JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTATION*, 1(1), 9–18.
- Weng, C., Rathinasabapathi, A., Weng, A., & Zagita, C. (2019). Mixed Reality in Science Education as a Learning Support: A Revitalized Science Book. In *Journal of Educational Computing Research* (Vol. 57, Issue 3). <https://doi.org/10.1177/0735633118757017>
- Yilmaz, R. M. (2018). Augmented Reality Trends in Education between 2016 and 2017 Years. *State of the Art Virtual Reality and Augmented Reality Knowhow*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74943>
- Yusuf, M., Fauziah, F., & Gunaryati, A. (2021). Teknologi Mixed Reality Pada Aplikasi Tuntunan Shalat Maghrib Menggunakan Algoritma Fast Corner Detection Dan Lucas Kanade. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 6(1), 82–93. <https://doi.org/10.29100/jupi.v6i1.1905>