

ALGORITMA BLOB dan FAST CORNER DETECTION PADA APLIKASI BANGUN RUANG MATEMATIKA BERBASIS MIXED REALITY

Muhamad Rayhan Akbar¹⁾, Fauziah²⁾, Aris Gunaryati³⁾

^{1, 2, 3)}Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional
Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
e-mail:rayhanakbr@gmail.com¹⁾, fauziah@civitas.unas.ac.id²⁾, arisgunaryati@civitas.unas.ac.id³⁾

ABSTRAK

Materi pelajaran Bangun Ruang pada matematika tingkat Sekolah Dasar (SD) akan memperkenalkan bentuk, rumus perhitungan, dan pengaplikasiannya di kehidupan sehari-hari. Era digital saat ini sudah banyak teknologi yang bertujuan untuk mempermudah seseorang dalam memberikan solusi pada akar permasalahan. Salah satu teknologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) atau dikenal dengan Mixed Reality (MR). Kedua teknologi ini akan saling berintegrasi untuk memecahkan masalah dalam materi pelajaran matematika yaitu Bangun Ruang. Tujuan penelitian ini memperkenalkan visualisasi bangun ruang 2D hingga menjadi 3D serta audio yang mendukung untuk menambah daya tarik pengguna dengan menggunakan Algoritma Blob Detection dan FAST Corner Detection, yaitu dengan mendeteksi titik ataupun wilayah berupa warna, dan pendeteksi sudut akan dilakukan oleh FAST Corner Detection. Hasil pengujian didukung dengan rating marker yang dapat terbaca oleh beberapa perangkat android di dapatkan hasil uji terhadap waktu respon yaitu objek akan muncul dalam waktu <2 detik, hasil uji kemiringan kamera menghasilkan nilai sudut pada 18° maka marker tidak terbaca di semua perangkat dan akan memiliki nilai sempurna pada kemiringan sudut 60° - 90° , dan hasil uji jarak kamera terhadap marker di dapat hasil 30 – 100 cm agar marker terdeteksi oleh semua kamera.

Kata Kunci: Bangun Ruang, Augmented Reality, Algoritma Blob Detection, Algoritma FAST Corner Detection, Metode Marker Based Tracking

ABSTRACT

The subject matter of Building Space at Elementary School (SD) mathematics will introduce shapes, calculation formulas, and their application in everyday life. The current digital era has many technologies that aim to make it easier for someone to provide solutions to the root of the problem. One of the technologies used in this research is Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) or known as Mixed Reality (MR). These two technologies will integrate with each other to solve problems in mathematics subject matter, namely Build Space. The purpose of this study is to introduce visualization of 2D to 3D space and support audio to increase user attractiveness by using the Blob Detection Algorithm and FAST Corner Detection, namely by detecting points or areas in the form of color, and angle detection will be carried out by FAST Corner Detection. The test results are supported by a marker rating that can be read by several android devices. The test results for the response time are that the object will appear within 2 seconds, the camera tilt test results produce an angle value of 18° then the marker is not read on all devices and will have a perfect value at an angle of 60° - 90° , and the results of the distance test of the camera to the marker can be obtained from 30-100 cm so that the marker is detected by all cameras.

Keywords: Build Space, Augmented Reality, Blob Detection Algorithm, Fast Corner Detection Algorithm, Marker Based Tracking Method.

I. PENDAHULUAN

TEKNOLOGI mempermudah pendidikan dalam menyampaikan materi pembelajaran yang interaktif dan menarik kepada siswa/I [1]. Pelajaran yang menjadi kasus pada penelitian ini adalah matematika karena di dorong untuk memiliki stigma sulit dan tidak menarik. Melalui teknologi Mixed Reality yang menggabungkan antara Augmented Reality dan Virtual Reality. Jika teknologi AR dapat memproyeksinya benda-benda maya dalam kehidupan nyata maka VR melalui proses tersebut disimulasikan menggunakan perangkat pendukung teknologi VR yang terhubung dengan ponsel/laptop[2]. Mixed Reality memungkinkan pengguna dapat berinteraksi dengan objek melalui lingkungan sekitar. Penelitian terkait MR dibangun sebagai media anatomi otak dan sebagai sarana pembelajaran indera mata[3]. Sistem pembelajaran Bangun Ruang yang memanfaatkan teknologi diharapkan menjadi solusi untuk menghapus stigma tersebut[4].

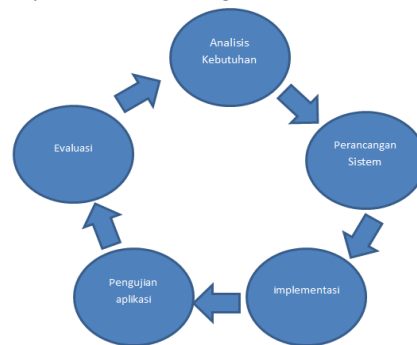
Bangun ruang yang dijadikan objek untuk Mixed Reality yaitu balok, bola, kerucut, kubus, limas, prisma, dan tabung[5]. Penyajiannya menggunakan android yang sudah terintegrasi terhadap aplikasi Mixed Reality Bangun Ruang. Cara kerjanya yaitu AR akan memberikan objek menjadi semi nyata dan VR membuat objek tersebut menjadi bergerak.

Sistem pada aplikasi ini dibangun menggunakan proses Software Development Life Cycle (SDLC) serta Algoritma Blob Detection dan FAST Corner Detection. Objek yang terdeteksi oleh marker akan dikerjakan oleh Blob Detection untuk menemukan titik atau wilayah berdasarkan warna yang di tracking dan diteruskan oleh FAST Corner Detection saat pencarian sudut sampai bertemu titik pusat keakuratan objek[6][7].

Marker Mixed Reality ini menggunakan marker based tracking karena penyampaiannya menggunakan media yang dapat di download oleh pengguna untuk mengoperasikan aplikasi ini. Dari beberapa studi literatur yang membedakan pada penelitian ini yaitu pengaplikasian antara AR dan VR yang disebut MR untuk kasus materi Bangun Ruang pada matematika. Kasus Bangun Ruang yang ada pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan menjadi alat mikrokontroller, games dan AR[8].

II. METODE PENELITIAN.

Metode System Development Life Cycle (SDLC) digunakan untuk mengembangkan Aplikasi Mixed Reality Bangun Ruang hingga tahap akhir.



Gambar 1. Metode SDLC

Pada Gambar 1 menjelaskan Proses pada SDLC terdapat analisis kebutuhan, perancangan Aplikasi, implementasi, pengujian, dan evaluasi, untuk lebih jelasnya sebagai berikut:

A. Analisis Kebutuhan

TABEL I
PERANGKAT KERAS

Perangkat Keras	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows
Prosesor	Intel Core I5-7200U, Up to 3.16Hz
RAM	4GB DDR4 1600 MHz

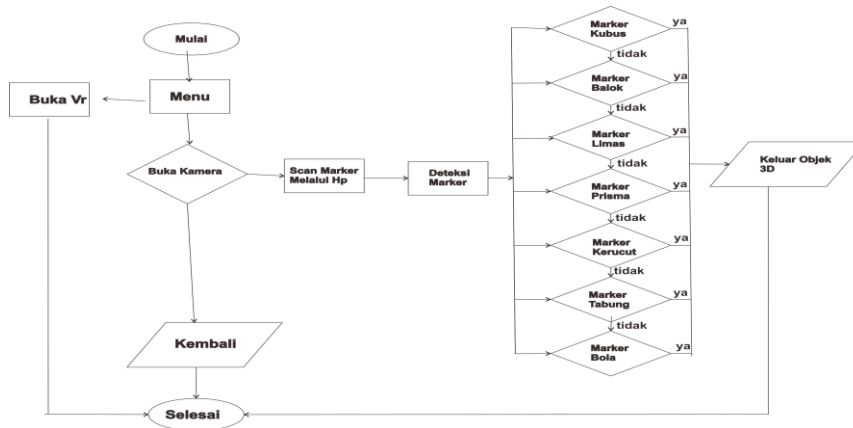
TABEL II
PENRANGKAT LUNAK

Perangkat Lunak	Fungsi
Corel Draw X7	Untuk mendesain marker yang akan di scan oleh aplikasi
Blender	Untuk mendesain tampilan 3D dari bangun ruang
Unity 2018.4.5f1	Untuk mendevelop game 3D
Vuforia SDK	Untuk membantu membuat aplikasi- <i>Augmented Reality</i> (AR) di mobile

Tabel 1 dan 2 merupakan kebutuhan sistem pada pembuatan aplikasi MR Ruang Hitung, diantaranya perangkat keras (sistem operasi, prosesor, RAM) dan perangkat lunak (Corel Draw X7, Blender, Unity 2018.4.5f1, dan Vuforia SDK).

B. Perancangan Sistem

Proses kedua pada metode SDLC yaitu desain sistem pada aplikasi Mixed Reality[9]. Perbedaan dari hasil kedua teknologi ini yaitu pada hasil interface. Sebelum merancang interface, yang dilakukan yaitu membuat diagram alir yang digambarkan pada Gambar 2:



Gambar 2. Flowchart Cara Kerja Aplikasi

Gambar 2 merupakan diagram alir yang dirancang untuk menggambarkan proses perjalanan suatu aplikasi. Flowchart tersebut menjelaskan bahwa aplikasi MR ini memiliki 2 (dua) menu utama yaitu AR dan VR. Kedua teknologi ini akan memainkan objek Bangun Ruang yang tersedia pada marker untuk dijadikan bahan pembelajaran yang menarik kepada siswa/i. Pada perancangan interface menu di aplikasi MR ini dijelaskan pada Tabel berikut:

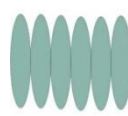
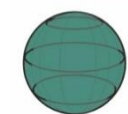
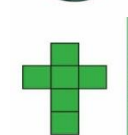
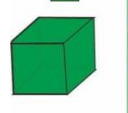
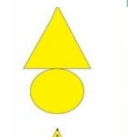
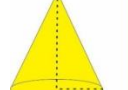
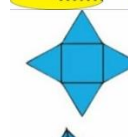

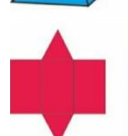

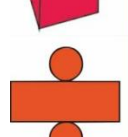
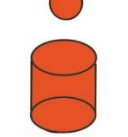
TABEL III
 STORYBOARD INTERFACE

Hasil Interface	Keterangan
	Bentuk interface dari MR Edukasi Bangun Ruang pada Menu Utama.
	Bentuk interface saat memilih menu Cara Penggunaan, disini pengguna akan menemukan informasi MR mengenai cara penggunaannya.
	Bentuk interface dari menu Tentang Aplikasi, developer memberikan informasi tentang dirinya.

Setelah rancangan interface yang dilakukan pada Tabel 3, selanjutnya yaitu rancangan marker yang digunakan pada MR Edukasi Ruang Hitung sebagai perjalanan proses untuk mengidentifikasi objek oleh AR dan VR.

TABEL IV
 MARKER APLIKASI BANGUN RUANG

Marker	Keterangan
	Balok

 	<p>BOLA</p> <p>Bola ialah bangun ruang 3D yang terdiri dari beberapa jaring melengkung dan memiliki satu titik sudut. Jaring-jaring bola tidak dapat dipampatkan, karena bentuk-anggunan 3D yang dimiliki bola tidak dapat dirubah menjadi sebuah bentuk datar.</p> <p>Rumus Luas Permukaan Bola : $Lp \text{ bola} = 4 \pi r^2$ $Lp \text{ 1/2 bola} = 2 \pi r^2$</p> <p>Volume Bangun Ruang Bola $\text{Volume Bola} = \frac{4}{3} \pi r^3$</p> <p>Keterangan : r = jari-jari atau $\frac{1}{2}$ diameter r = radius (jari-jari)</p>	Bola
 	<p>KUBUS</p> <p>Kubus ialah bangun ruang yang memiliki enam sisi berbentuk persegi yang berbentuk seperti bujur sangkar. Maka, dia disebut menggunakan jaring-jaring, kubus akan terbentuk dari 6 buah bujur sangkar. Ciri-ciri</p> <ul style="list-style-type: none"> #Memiliki 6 sisi dengan panjang yang sama besar setiap sisinya. #Memiliki 12 rusuk yang sama panjang. #Memiliki total 8 titik sudut. #Memiliki 12 sisi diagonal sisi yang sama panjang. #Memiliki 4 diagonal ruang yang sama panjang. <p>Rumus luas permukaan kubus disusun sebagai berikut $L = 6 \times s^2$</p> <p>Keterangan : L = Luas permukaan s = panjang rusuk kubus (m)</p> <p>Rumus Volume Kubus $V = s^3$</p> <p>Keterangan : V = volume s = panjang rusuk (m)</p>	Kubus
 	<p>Kerucut</p> <p>Kerucut atau cone dalam matematika merupakan permukaan dilacak oleh garis lurus yang bergerak yang selalu melewati suatu titik tetap (titik puncak), bentuk abstrah ini ciri-ciri dari kerucut:</p> <ul style="list-style-type: none"> #Memiliki 2 sisi, yaitu alasnya yang berbentuk lingkaran, dan sisi tegaknya yang merupakan irisan dari lingkaran. #Memiliki 1 rusuk. #Memiliki 1 titik puncak. <p>Luas permukaan merupakan jumlah dari luas alas dan luas bidang tegak atau selimut. Pada saat itulah mengena bangun datar lingkaran, kita tahu bahwa rumus luas lingkaran adalah sebagai berikut. $\text{Luas Lingkaran} : \pi r^2$</p> <p>Sedangkan secara matematis rumus luas selimut kerucut disusun sebagai berikut: $\text{Luas Selimut Kerucut} : \pi r \cdot s$ $\text{Luas Permukaan Kerucut} : \pi r (r+s)$</p> <p>Rumus Volume Kerucut $\text{Luas Segi empat} : \frac{1}{3} \pi r^2 \cdot t$</p>	Kerucut
 	<p>Limas</p> <p>Limas merupakan sebuah bangun ruang (tiga dimensi) yang memiliki alas berupa poligon. Sisi-sisinya berbentuk segitiga dan memiliki puncak. Nama limas ditentukan berdasarkan alasnya.</p> <p>Rumus luas permukaan Limas disusun sebagai berikut $\text{Limas Segi empat} : (s^2 + 4 \times s \times t)$ $\text{Limas Segi tiga} : (s^2 \sqrt{3}) + (3 \times s \times t)$ $\text{Limas Segi enam} : (2 \times s^2 \sqrt{3}) + (6 \times s \times t)$ $\text{Limas Segi lima} : (1,72 \times s^2) + (5 \times s \times t)$</p> <p>Rumus Volume Limas $\text{Limas Segi empat} : \frac{1}{3} \times s^2 \times t$ $\text{Limas Segi tiga} : \frac{1}{3} \times s^2 \times t$ $\text{Limas Segi enam} : \frac{1}{3} \times 2 \times s^2 \times t$ $\text{Limas Segi lima} : \frac{1}{3} \times 1,72 \times s^2 \times t$</p>	Limas
 	<p>Prisma</p> <p>Prisma ialah bangun ruang yang memiliki batas berupa dua bidang sejajar yang memiliki ukuran sama besar dan bidang tersebut merupakan bidang tutup dan juga bidang alas, ada 4 jenis Prisma, Prisma Segitiga, Prisma Segiempat, Prisma Segiempat dan Segidelapan</p> <p>Rumus Luas Permukaan Prisma : $Lp \text{ Prisma Segitiga} = (2 \times s_1 \times s_2) + (3 \times s \times t)$ $Lp \text{ Prisma Segiempat} = (2 \times s_1 \times s_2) + (4 \times s \times t)$ $Lp \text{ Prisma Segiempat} = (2 \times (s_1 \times s_2) + 4 \times s \times t)$ $Lp \text{ Prisma Segidelapan} = (2 \times (s_1 \times s_2) + 8 \times s \times t)$</p> <p>Volume Bangun Ruang Prisma $\text{Vol Prisma Segitiga} = \frac{1}{2} \times s_1 \times s_2 \times t$ $\text{Vol Prisma Segiempat} = (s_1 \times s_2) \times t$ $\text{Vol Prisma Segiempat} = (2 \times s_1 \times s_2) \times t$ $\text{Vol Prisma Segidelapan} = (2 \times (s_1 \times s_2) \times t)$</p>	Prisma
 	<p>TABUNG</p> <p>Ciri-ciri tabung: #Tabung memiliki 2 buah sisi, yaitu sisi atas, dan sisi tutup yang berbentuk lingkaran, dan juga sisi selimut (tegak) yang berbentuk persegi panjang. #Memiliki 2 rusuk, yaitu rusuk atas, dan rusuk bawah. #Tidak memiliki titik sudut.</p> <p>Rumus luas permukaan Tabung disusun sebagai berikut $\text{Keliling Lingkaran} : 2 \times \pi \times r$ $\text{Luas Lingkaran} : \pi r^2$ $\text{Luas Persegi Panjang} : P \times l$ $\text{Luas Selimut Tabung} : 2 \times \pi \times r \times t$ $\text{Luas Permukaan Tabung} : (2 \times \pi r^2) + (2 \times \pi r \times t)$</p> <p>Rumus Volume Tabung $V = \pi r^2 t$</p>	Tabung

Marker untuk MR ini terdiri dari Bangun Ruang balok, bola, kubus, kerucut, limas, prisma, dan tabung. Marker yang terdapat pada Tabel 4 digunakan pada aplikasi MR Ruang Hitung.

C. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses yang akan menjelaskan aplikasi MR untuk dapat terdeteksi oleh marker. Melalui algoritma Blob Detection dan FAST Corner Detection. Kedua algoritma itu akan saling terintegrasi dalam menemukan titik yang menjadi tempat tracking pada marker.

1. Marker Based Tracking

Jenis marker yang digunakan pada penelitian yaitu marker based tracking karena menggunakan media sebagai penunjang saat melakukan scanning objek. Dirancang menggunakan aplikasi Corel Draw untuk membentuk gambar 2D dan untuk hasil akhir saat menjadi objek 3D telah di desain menggunakan aplikasi Blender. Bentuk marker dimasukkan dan diberi nilai rating objek oleh database Vuforia SDK untuk dikenali FAST Corner

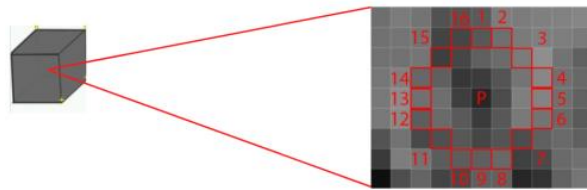
Detection[10]. Hasil dari rating ini selanjutnya akan dibaca oleh algoritma FAST Corner Detection menggunakan deteksi Blob.

2. Blob Detection

Blob Detection merupakan algoritma yang membandingkan tingkat kecerahan dalam mendeteksi titik atau wilayah pada objek. Blob (gumpalan) akan diproses pada citra untuk mendeteksi warna di atas nilai ambang yang disesuaikan. Cara kerjanya yaitu ketika piksel memiliki nilai lebih kecil dari nilai ambang maka proses tracking akan terjadi, begitupun sebaliknya[11].

3. FAST Corner Detection

FAST (Features from Accelerated Segment Test) Corner Detection merupakan algoritma untuk menentukan poin koordinat pada suatu titik untuk jadikan titik pusat dengan mengubah gambar berwarna menjadi hitam-putih. Selanjutnya, akan menentukan titik p untuk diperluas menjadi 16 piksel hingga bertemu pada titik sudut sama dengan titik pusat[12].



Gambar3. Identifikasi Koordinat titik Pusat

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

Keterangan;

$S_{p \rightarrow x}$: Intensitas poin p

$I_{p \rightarrow x}$: Intensitas pixel p

t : Threshold

Gambar 3 merupakan identifikasi sudut untuk segmen citra. Marker kubus akan difokuskan untuk menentukan koordinat titik p. Selanjutnya, titik p diperluas menjadi 16 piksel dengan jarak masing-masing 3 koordinat piksel p. Penentuan titik p menjadi 4 titik piksel menggunakan perumpamaan:

- (n=1) untuk koordinat (x_p, y_{p+3}) .
- (n=2) untuk koordinat (y_{p+3}, x_p) .
- (n=3) untuk koordinat (x_p, y_{p-3}) .
- (n=4) untuk koordinat (x_{p-3}, y_p) .

Sedikitnya 3 (tiga) titik disekitarnya memenuhi nilai intensitas di titik p ditambah 1 (satu) intensitas ambang batas maka titik p dapat dinyatakan sebagai titik sudut[13].

D. Pengujian Aplikasi

Tahap pengujian dilakukan berdasarkan pengujian terhadap interface, waktu respon, dan tingkat akurasi objek di beberapa versi perangkat android[14].

TABEL V
VERSI ANDROID

Versi Android
Android R (v.11)
Android Q (v.10)
Android Pie (v.9)

Perangkat android yang digunakan adalah 3 versi terbaru untuk menjalankan proses aplikasi dari awal hingga akhir. Proses pengujian merupakan satu proses yang sangat penting untuk menuju tahap akhir.

E. Evaluasi

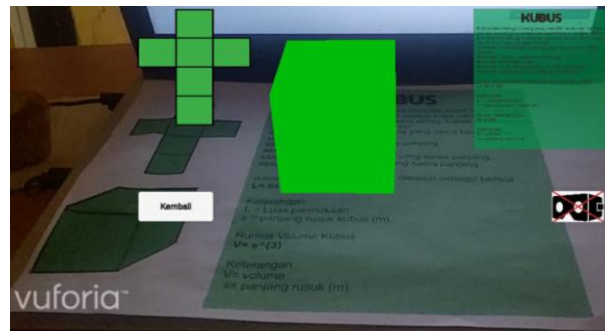
Evaluasi penelitian ini berasal dari pembuktian pada pengujian aplikasi. Ketika aplikasi ditemukan bug atau error maka developer perlu melakukan perbaikan hingga aplikasi berjalan dengan baik. Proses ini akan berulang hingga dinyatakan layak, maka aplikasi dapat didistribusikan kepada pengguna[15].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

1. Blob Detection

Implementasi Blob Detection digunakan untuk menyeleksi objek marker berdasarkan intensitas warna. Pendeteksian dilakukan dengan mengatur parameter warna blob yang akan dideteksi. Pendeteksian marker menggunakan kamera yang ada pada aplikasi MR Ruang Hitung. Gambar 4 membuktikan sistem berhasil menunjukkan objek yang dapat dideteksi.



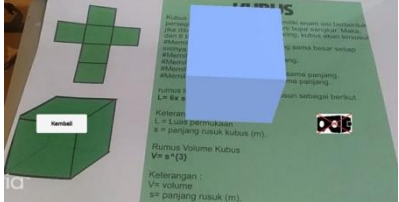
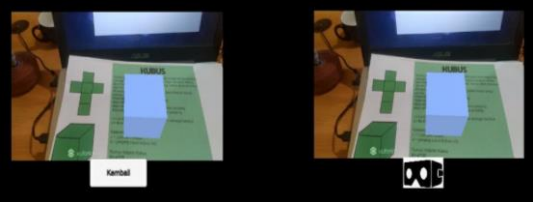
Gambar 4. Blob Detection

Setelah melalui tahapan pendeteksian warna, maka FAST Corner Detection akan mendeteksi gambar untuk mendapatkan titik sudut sebagai pelacakan pada MR Ruang Hitung.

2. FAST Corner Detection

Aplikasi MR ini memberikan perbedaan pada masing-masing tampilan. Hasil dari implementasi deteksi Blob menggunakan FAST Corner Detection terdapat pada Tabel 5.

TABEL VI
 IMPLEMENTASI MIXED REALITY

Augmented Reality	Virtual Reality	Keterangan
		Sukses

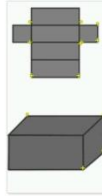

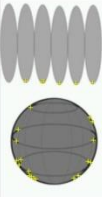

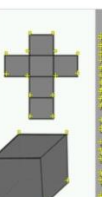

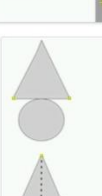





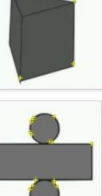

Metode marker based tracking melalui deteksi Blob dan Algoritma FCD telah menghasilkan MR menuju tahap akhir untuk dapat didistribusikan kepada pengguna. Sebelum itu, pengujian terhadap beberapa versi android untuk mengetahui keakuratan data terhadap jarak, cahaya, dan sudut kemiringan ketika melakukan pelacakan terhadap marker

B. Pengujian Aplikasi

Pengujian hasil aplikasi menggunakan 3 (tiga) versi android untuk menghasilkan beberapa tabel pengujian berikut ini:

1. Pengujian Deteksi Marker Berdasarkan Rating Marker

TABEL VII
 PENGUJIAN RATING MARKER

Marker	Rating	Keterangan
 <p>BALOK</p> <p>2D net of a rectangular prism (balok) and a 3D perspective view of the rectangular prism. The 2D net shows the six faces of the prism laid out flat.</p>		Terdeteksi
 <p>BOLA</p> <p>2D net of a sphere (represented by several vertical ovals) and a 3D perspective view of a sphere.</p>		Terdeteksi
 <p>KUBUS</p> <p>2D net of a cube and a 3D perspective view of a cube.</p>		Terdeteksi
 <p>Kerucut</p> <p>2D net of a cone (a circle and a triangle) and a 3D perspective view of a cone.</p>		Terdeteksi
 <p>Limas</p> <p>2D net of a pyramid (a square base and four triangles) and a 3D perspective view of a pyramid.</p>		Terdeteksi
 <p>Prisma</p> <p>2D net of a triangular prism and a 3D perspective view of a triangular prism.</p>		Terdeteksi
 <p>TABUNG</p> <p>2D net of a cylinder (two circles and a rectangle) and a 3D perspective view of a cylinder.</p>		Terdeteksi

Nilai citra pada marker menggunakan interval 0-5 yang didapat melalui vuforia dan memiliki nilai 3-4 bintang. Rating marker akan mempengaruhi tingkat keakuratan saat melakukan scanning. Pada Tabel 6 memberikan keterangan bahwa pada marker dengan rating tersebut dapat terdeteksi oleh kamera MR Ruang Hitung.

2. Pengujian Deteksi Marker Berdasarkan Waktu Respon

TABEL VIII
PENGUJIAN WAKTU RESPON

Versi Android	Waktu (s)
Android R (v.11)	1,1
Android Q (v.10)	1,3
Android Pie (v.9)	1,5

Hasil yang diuji menggunakan 3 versi android terhadap waktu respon yaitu objek akan muncul dalam waktu <2 detik. Pengujian ini membuktikan bahwa versi android mempengaruhi kinerja terhadap respon pada suatu aplikasi. Karena versi terbaru memiliki spesifikasi ruang penyimpanan dan RAM yang lebih besar.

3. Pengujian Deteksi Marker Berdasarkan Kemiringan Kamera

TABEL IX
PENGUJIAN KEMIRINGAN KAMERA

Versi Android	Sudut ($^{\circ}$)		
	<18	19 - 59	60 - 90
Android R (v.11)	Gagal	Berhasil	Berhasil
Android Q (v.10)	Gagal	Berhasil	Berhasil
Android Pie (v.9)	Gagal	Berhasil	Berhasil

Pengujian kemiringan kamera menghasilkan nilai sudut pada 18° maka marker tidak terbaca di semua perangkat dan akan memiliki nilai sempurna pada kemiringan sudut &math>60^{\circ}</math>-&math>90^{\circ}</math> meskipun menggunakan android dengan versi berbeda.

4. Pengujian Deteksi Marker Berdasarkan Jarak

TABEL X
PENGUJIAN JARAK

Versi Android	Jarak (cm)				
	1 ≤ 30	2 31 - 100	3 101-110	4 111-120	5 ≥120
Android R (v.11)	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal
Android Q (v.10)	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
Android Pie (v.9)	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal	Gagal

Marker dapat terbaca di semua versi android hingga pengujian jarak ke-2 yaitu 30-100cm. Namun, kegagalan pendeteksian marker terjadi pada pengujian ke-3 hingga ke-5, secara berurut oleh versi android Pie (v.9), Q (v.10), dan R (v.11).

IV. KESIMPULAN

1. Blob Detection menyeleksi marker berdasarkan intensitas warna yang diatur oleh vuforia bahwa objek tidak akan mendeteksi marker ketika tidak sesuai dengan parameter warnanya.
2. Algoritma FCD mencari titik pusat untuk dijadikan titik sudut pada marker yang tersedia agar dibaca oleh kamera MR.
3. Hasil pengujian marker terhadap rating marker di nilai interval 3-4 bintang dapat terbaca oleh kamera. Didukung oleh hasil pengujian terhadap waktu, sudut, dan jarak yang dilakukan menggunakan versi android berbeda bahwa versi android berpengaruh terhadap kinerja suatu aplikasi.
4. Didapatkan Hasil pengujian didukung dengan rating marker yang dapat terbaca oleh beberapa perangkat android dengan hasil uji terhadap waktu respon yaitu objek akan muncul dalam waktu <math><2</math> detik, hasil uji kemiringan kamera menghasilkan nilai sudut pada <math><18^{\circ}</math> maka marker tidak terbaca di semua perangkat dan akan memiliki nilai sempurna pada kemiringan sudut &math>60^{\circ}</math>-&math>90^{\circ}</math>, dan hasil uji jarak kamera terhadap marker di dapat hasil $\pm 30 - 100$ cm agar marker terdeteksi oleh kamera.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Ahmadi, J. Adler, and S. L. Ginting, "Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Gerakan Shalat," *Pros. Semin. Nas. Komput. dan Inform.*, vol. 2017, pp. 978–602, 2017.
- [2] 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.
- [3] A. Jayaputra, H. Tolle, and W. S. Wardhono, "Penerapan Mixed Reality Sebagai Sarana Pembelajaran Indera Penglihatan Manusia Menggunakan Teknologi Hologram," vol. 1, no. 9, pp. 715–722, 2017.
- [4] S. Saputri and A. J. P. Sibarani, "Implementasi Augmented Reality Pada Pembelajaran Matematika Mengenal Bangun Ruang Dengan Metode Marked Based Tracking Berbasis Android," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 15–24, 2020, doi: 10.34010/komputika.v9i1.2362.
- [5] A. B. F. Finika, S. Andryana, and R. T. Komalasari, "Algoritma Fisher-Yates sebagai Pengacak Soal pada Game Edukasi: Ruang Geometri," *J.*

- JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 4, no. 2, p. 64, 2020, doi: 10.35870/jtik.v5i1.163.
- [6] Nurhadi, Saparudin, N. Adam, D. Purnamasari, Fachrudin, and A. Ibrahim, "Implementation of Object Tracking Augmented Reality Markerless using FAST Corner Detection on User Defined-Extended Target Tracking in Multivarious Intensities," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1201, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1201/1/012041.
- [7] R. Efendi, E. P. Purwandari, and E. T. Mareta, "Segmentasi Warna Untuk Pendeteksian Rambu Lalu Lintas," *Semin. Nas. Inovasi, Teknol. dan Apl. (SeNITiA)*, pp. 102–107, 2018.
- [8] M. F. Wicaksono and M. Qhadafhi, "Pengembangan Alat Pengenalan Bentuk Bangun Geometri Untuk Anak Usia Dini Berbasis Mikrokontroler," *CCIT J.*, vol. 12, no. 2, pp. 186–196, 2019, doi: 10.33050/ccit.v12i2.689.
- [9] A. Nugroho, A. Yudhana, and R. Umar, "Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Candi Berbasis Android," *Seri Pros. Semin. Nas. Din. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 218–221, 2020, [Online]. Available: <http://prosiding.senadi.upy.ac.id/index.php/senadi/article/view/160/151>.
- [10] R. A. Prasetyo, G. A. Buntoro, and M. B. Setyawan, "Perancangan Aplikasi Augmented Reality Sebagai Pengenalan Kendaraan Militer Dengan Metode Marker Based Tracking," *SENAMIKA*, pp. 79–86, 2019.
- [11] S. Sayidul, A. Augusta, Y. A. Sari, and P. P. Adikara, "Penentuan Jumlah Kendaraan Menggunakan Blob Detection dan Background Subtraction," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 3, no. 1, pp. 1029–1037, 2019.
- [12] W. Xiong, W. Tian, Z. Yang, X. Niu, and X. Nie, "Improved FAST corner-detection method," *J. Eng.*, vol. 2019, no. 19, pp. 5493–5497, 2019, doi: 10.1049/joe.2019.0400.
- [13] Taufiq, M. Ichsan, D. Armiady, and T. R. Abdillah, "Implementasi Augmented Reality (Ar) Pada Brosur Promosi Fikom Universitas Almuslim Menggunakan Unity," *J. Teknol. Terap. Sains 4.0*, vol. 1, no. 1, pp. 1–19, 2020.
- [14] D. Chamzas, C. Chamzas, and K. Moustakas, "cMinMax: A Fast Algorithm to Find the Corners of an N-dimensional Convex Polytope," 2021, doi: 10.5220/0010259002290236.
- [15] D. Agushinta R. and A. Satria, "Pembelajaran 3D Sistem Ekskresi Manusia Berbasis Virtual Reality dan Android," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, p. 381, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854665.