

AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA EDUKASI MENGENAI LAPISAN ATMOSFER MENGGUNAKAN ALGORITMA FAST CORNER

Danang Aji Pangestu¹⁾, Fauziah²⁾, Nur Hayati³⁾

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

ABSTRAK

Seiring berkembangnya teknologi, salah satunya pada media pembelajaran. Media pembelajaran dapat memanfaatkan media digital sebagai media pembelajaran atau edukasi, salah satunya pada media pembelajaran atau edukasi mengenai lapisan atmosfer. Salah satu media digital 3D yang dapat digunakan sebagai media edukasi yaitu memanfaatkan teknologi augmented reality. Penelitian ini bertujuan memberikan pemahaman khususnya pada anak-anak mengenai lapisan atmosfer dengan memanfaatkan augmented reality. Penelitian ini memanfaatkan metode natural feature tracking-Multi Marker Target, serta model pengembangan sistem yaitu model ADDIE yang terdiri dari Analysis (Analisis), Design (Desain), Develop (Pengembangan), Implementasi (Implementasi), Evaluate (Evaluasi). Serta menggunakan algoritma Fast Corner. Penelitian menghasilkan aplikasi berupa menampilkan objek 3D lapisan atmosfer, informasi ketinggian lapisan atmosfer, dan juga penjelasan singkat mengenai atmosfer, dan desain UI yang dirancang semenarik mungkin untuk digunakan pada anak. Aplikasi dapat berjalan dengan baik pada sistem operasi android. Berdasarkan hasil pengujian aplikasi yang dilakukan pada tiga perangkat dengan versi android yang berbeda untuk menunjukkan jarak maksimal device dapat membaca marker, menunjukkan pada android versi 8.1 (Oreo) jarak maksimal yaitu ± 50 cm, pada android 9.0 (Pie) jarak maksimal yaitu ± 70 cm, dan pada android versi 10.0 (Q) jarak maksimal untuk membaca objek terhadap marker yaitu ± 80 cm. Hasil pengujian tersebut dipengaruhi oleh algoritma fast corner dengan memanfaatkan nilai pixel pada objek, semakin jauh jarak kamera atau pixel pada kamera, maka nilai pixel tersebut tidak terdeteksi dan objek tidak dapat terdeteksi.

Kata Kunci: Augmented Reality; Edukasi; Lapisan Atmosfer; Natural Feature Tracking; Fast Corner;

ABSTRACT

As technology develops, one of them is in learning media. Learning media can use digital media as a learning or educational medium, one of which is learning or educational media regarding the atmosphere layer. One of the 3D digital media that can be used as educational media is using augmented reality technology. This study aims to provide an understanding, especially to children about the layer of the atmosphere by utilizing augmented reality. This study utilizes the natural feature tracking method - Multi Marker Target, as well as a system development model, namely the ADDIE model consisting of Analysis, Design, Develop, Implementation, Evaluate. And using the Fast Corner algorithm. The research produces an application in the form of displaying 3D objects of the atmosphere layer, information on the height of the atmosphere layer, as well as a brief explanation of the atmosphere, and a UI design that is designed to be as attractive as possible for use with children. Applications can run well on the android operating system. Based on the results of application testing carried out on three devices with different Android versions to show the maximum distance the device can read markers, showing on Android version 8.1 (Oreo) the maximum distance is ± 50 cm, on Android 9.0 (Pie) the maximum distance is ± 70 cm, and on android version 10.0 (Q) the maximum distance to read the object against the marker is ± 80 cm. The test results are influenced by the fast corner algorithm by utilizing the pixel value on the object, the farther the camera or pixels are on the camera, the pixel value is not detected and the object cannot be detected.

Keywords: Augmented Reality; Education; Atmospheric Layers; Natural Feature Tracking; Fast Corner;

I. PENDAHULUAN

Atmosfer merupakan lapisan terluar pada permukaan bumi yang terdiri dari beberapa lapisan terluar seperti Troposfer, Stratosfer, Mesosfer, Termosfer, Eksosfer. Setiap lapisan memiliki perannya masing masing. Pengenalan atmosfer dipelajari pada jenjang sekolah dasar. Lapisan mengenai atmosfer dipelajari pada pelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) yang dimasukkan kedalam buku pelajaran, namun media pembelajaran berbasis teks pada sebuah kertas dirasa kurang meningkatkan minat belajar anak-anak, untuk itu diperlukan peran lain dalam meningkatkan minat anak untuk memberi edukasi mengenai lapisan atmosfer, salah satunya menggunakan teknologi pada bidang multimedia yaitu *augmented reality*.

Pada penelitian ini memanfaatkan teknologi 3D pada *augmented reality* sebagai media edukasi yang berfungsi untuk memudahkan seseorang dalam mempelajari lapisan terluar permukaan bumi dengan memanfaatkan teknologi

multimedia dalam objek 3D dibandingkan dengan objek 2D menggunakan metode *fast corner*. Algoritma *fast corner* digunakan pada vuforia untuk memberi keterangan seberapa baik gambar digunakan melalui *rating* dengan interval 1 sampai 5. Vuforia sendiri merupakan salah satu SDK (*Software Development Kit*) yang digunakan untuk membuat *augmented reality*. Pada penelitian terdahulu dengan teknologi *augmented reality* sebagai media edukasi menggunakan algoritma *fast corner* dilakukan pada penelitian yang berjudul Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Untuk Siswa Sekolah Dasar menggunakan *Augmented Reality* Berbasis Android yang bertujuan sebagai memberikan pengenalan hewan yang ditujukan untuk media pembelajaran SD [1]. Penelitian terkait juga dilakukan pada penelitian yang berjudul *Augmented Reality* Pengenalan Huruf dan Angka Arab Menggunakan *Metode Marker Based Tracking* Berbasis Android yang bertujuan untuk mengenalkan pembelajaran menggunakan media buku yang menghasilkan huruf hijaiyah, angka arab dan Alphabet menggunakan *augmented reality* pada anak [2]. Pada penelitian serupa dilakukan penelitian dengan judul Penerapan *Augmented Reality* Pada Aplikasi Pembelajaran Pancasila yang memiliki tujuan memberikan langkah pembaruan media edukasi pancasila dengan memanfaatkan media *augmented reality* kepada siswa [3]. Penelitian terkait hal berikut juga dilakukan pada penelitian yang berjudul Teknologi *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Gerakan Shalat yang bertujuan membuat antusias dan tertarik siswa sekolah dasar yang baru belajar gerakan dan bacaan dengan tuntunan shalat dengan memanfaatkan *augmented reality* [4]. Penerapan *augmented reality* sebagai edukasi juga dilakukan pada penelitian yang berjudul Aplikasi Edukasi Tata Surya Menggunakan *Augmented Reality* Berbasis *Mobile* yang digunakan sebagai media pembelajaran mengenai tata surya dan menggunakan algoritma *fast corner* [5]. Algoritma *Fast Corner* pada *augmented reality* juga digunakan pada penelitian yang berjudul Aplikasi *Augmented Reality* (Ar) Sebagai Media Edukasi Pengenalan Bentuk Dan Bagian Pesawat Berbasis Android untuk memberikan edukasi bagian-bagian yang ada pada pesawat [6]. Penelitian mengenai *augmented reality* sebagai media edukasi dengan algoritma *fast corner* juga dilakukan pada penelitian dengan judul Pengenalan Ikan Hias Laut Pada Anak Usia 3 Tahun Dengan Metode *Marker Based Tracking* Berbasis *Augmented Reality* yang memiliki tujuan memperkenalkan habit hewan laut sekaligus meningkatkan daya tarik belajar [7].

Berdasarkan beberapa pemaparan yang telah dikemukakan. Peneliti memanfaatkan teknologi *augmented reality* sebagai media edukasi lapisan atmosfer dengan menghasilkan aplikasi berupa aplikasi yang didalamnya terdapat objek 3D lapisan atmosfer, tinggi atmosfer, penjelasan singkat mengenai atmosfer. Dengan menggunakan algoritma *fast corner* dan membutuhkan sebuah *marker* yang digunakan sebagai penanda agar objek dapat terbaca oleh kamera.

II. METODE PENELITIAN

A. *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) adalah suatu teknologi yang mengkombinasikan informasi virtual pada dunia nyata. Sarana teknis yang digunakannya termasuk Multimedia, *3D-Modeling*, *Real-time Tracking*, Penginderaan [8].

B. ADDIE Model

Model ADDIE adalah jenis model yang paling banyak dipakai pada desain instruksional sebagai pedoman untuk menciptakan sebuah desain yang edisien. Model ini yaitu sebuah pendekatan agar dapat memudahkan desainer instruksional, peningkatan sebuah sistem. Komponen dalam proses pembuatan yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluate*. Pada model ADDIE setiap fase saling terkait dan berinteraksi satu sama lain [9].



Gambar. 1. ADDIE Model

Berikut merupakan tahapan pembangunan aplikasi *augmented reality* sebagai bahan edukasi pada penelitian (Gambar 1).

1). *Analysis* (Analisis)

Dalam perancangan aplikasi tahap pertama adalah analisa yang mencakup kebutuhan dalam aplikasi,

pengumpulan data berupa materi yang akan dibawakan pada aplikasi. Pada aplikasi tersebut dapat menampilkan objek 3D berupa ketinggian atmosfer.

2). *Design* (Desain)

Tahap ini merupakan pembuatan desain pada aplikasi yang sudah dianalisa pada tahap sebelumnya. Pembuatan desain antara lain perancangan objek 3D seperti permukaan daratan. Dan pembuatan desain UI untuk digunakan pada aplikasi.

3). *Develop* (Pengembangan)

Merupakan tahapan penyusunan semua kerangka yang sudah didesain dan dirangkai menjadi sebuah aplikasi *game* edukasi. Penyusunan kerangka antara lain memasukan *asset-asset* yang telah didesain kedalam *game engine* unity. Memasukan database yang telah diexport dari vuforia, serta menyusun *layout* menu pada aplikasi.

4). *Implement* (Implementasi)

Implementasi yaitu tahap dimana aplikasi siap untuk dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk memastikan agar aplikasi menghasilkan output yang sesuai yang telah dirancang pada tahap sebelumnya, meminimalisir kesalahan, memastikan tidak adanya *bug*, dan memastikan tidak adanya *error* pada aplikasi.

5). *Evaluate* (Evaluasi)

Tahap akhir dimana dilakukan sebuah evaluasi. Tahap ini dilakukan berdasarkan respon user dalam menggunakan aplikasi sebagai bahan acuan tingkat keberhasilan aplikasi.

C. Algoritma Fast Corner

Algoritma *Fast Corner* merupakan sebuah algoritma untuk mendeteksi sudut-sudut yang ada pada objek. Memiliki tujuan agar tingkat akurasi menurun yang ada pada deteksi sudut secara *real-time* [10]. Penggunaan Algoritma *Fast Corner Detection* adalah untuk meningkatkan ekstraksi fitur [11]. Pendeteksian objek digunakan untuk menentukan keistimewaan pada objek [12]. Berikut adalah algoritma FAST Corner Detection.

- 1). Pilih salah satu titik p adalah piksel tengah sebagai titik pertama
- 2). mengambil radius lingkungan sebagai 3 piksel
- 3). Dan piksel aktif keliling diberi nomor searah jarum jam 1 sampai 16 (dilambangkan sebagai p_1, p_2, \dots, p_{16}) [13].
- 4). Kemudian bandingkan intensitas titik pusat p pada keempat koordinat disekelilingnya, Jika terdapat 3 koordinat poin memenuhi, maka titik sudut adalah titik pusat p .

D. Natural Feature Tracking

Natural Featur Tracking merupakan sebuah metode yang digunakan pada *augmented reality* yang digunakan sebagai mendefinisikan pelacakan dari suatu titik atau wilayah [14]. *Natural feature tracking* diterapkan pada *Library* vuforia yang digunakan untuk mengidentifikasi citra yang didasarkan berdasarkan pola dengan poin sudut yang ada pada pola citra [15].

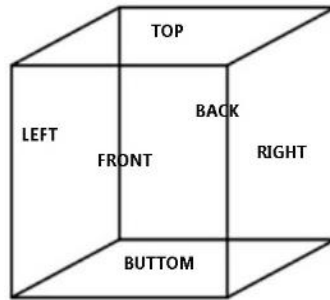
E. Marker

Marker merupakan sebuah pola atau penanda untuk memnculkan objek. Ketika sistem pelacakan AR menemukan penanda, dapat mengetahui objek posisi di mana dunia virtual akan berada di dunia nyata [16].

Berikut merupakan *marker* yang digunakan pada aplikasi *augmented reality* sebagai media edukasi mengenai atmosfer.



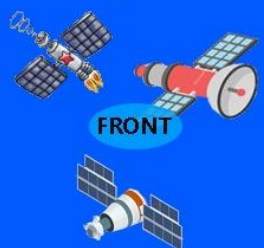




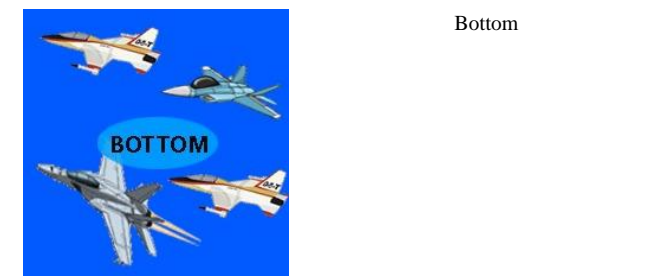
Gambar. 2. Marker Cuboid



Gambar.3. Marker Cuboid

TABEL I
 BAGIAN DARI MARKER CUBOID

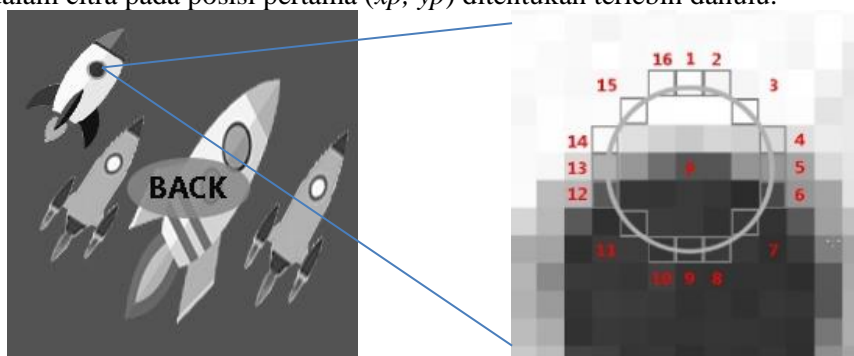
Bagian	Sisi
	Back
	Top
	Front
	Left
	Right



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

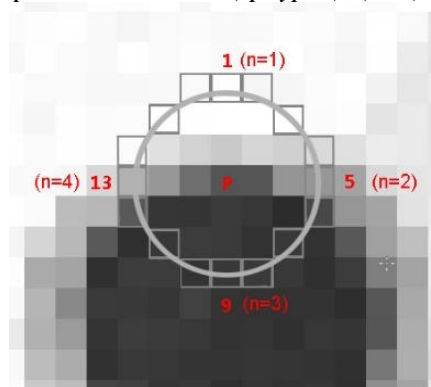
A. Penerapan Algoritma Fast Corner

- a). Koordinat p dalam citra pada posisi pertama (x_p, y_p) ditentukan terlebih dahulu.



Gambar. 4. Koordinat p pada citra posisi awal (x_p, y_p)

- b). Kemudian memilih keempat koordinat. ($n=1$) terdapat titik koordinat (x_p, y_p+3), ($n=2$) terdapat titik koordinat (x_p+3, y_p), ($n=3$) terdapat titik koordinat (x_p, y_p-3), ($n=4$) terdapat titik koordinat (x_p-3, y_p).



Gambar. 5. Titik koordinat n

- c). Lalu membandingkan sebuah intensitas titik pusat p pada keempat koordinat disekelilingnya. Apabila terdapat 3 koordinat poin yang memenuhi syarat pada persamaan 5, maka titik sudut adalah titik pusat p .

Dengan :

C_p = Keputusan koordinat p dalam sudut, nilai 1 membuktikan koordinat adalah sudut, dan nilai 0 membuktikan koordinat bukan sebuah sudut.

l_n = Nilai intensitas piksel ke- n


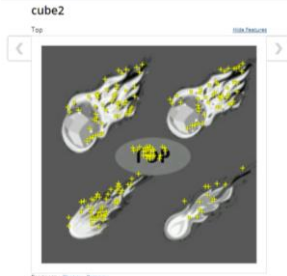
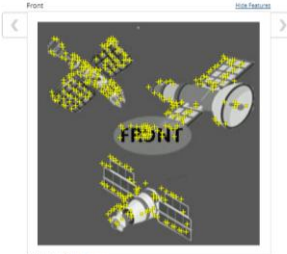


l_p = Nilai intensitas titik p

t = Batas *trashold* nilai intensitas yang ditoleransi

Hasil pada algoritma *fast corner* digunakan untuk agar waktu komputasi dapat dipercepat secara *real-time*. Dengan konsekuensi tingkat akurasi pendeteksian sudut menurun. Vuforia SDK digunakan untuk menggambarkan seberapa baik gambar dapat dilacak menggunakan algoritma *fast corner* yang digambarkan melalui *rate* 1 sampai

dengan 5. Berikut *rating marker* pada vuforia.

TABEL I
 RATE MARKER PADA VUVORIA

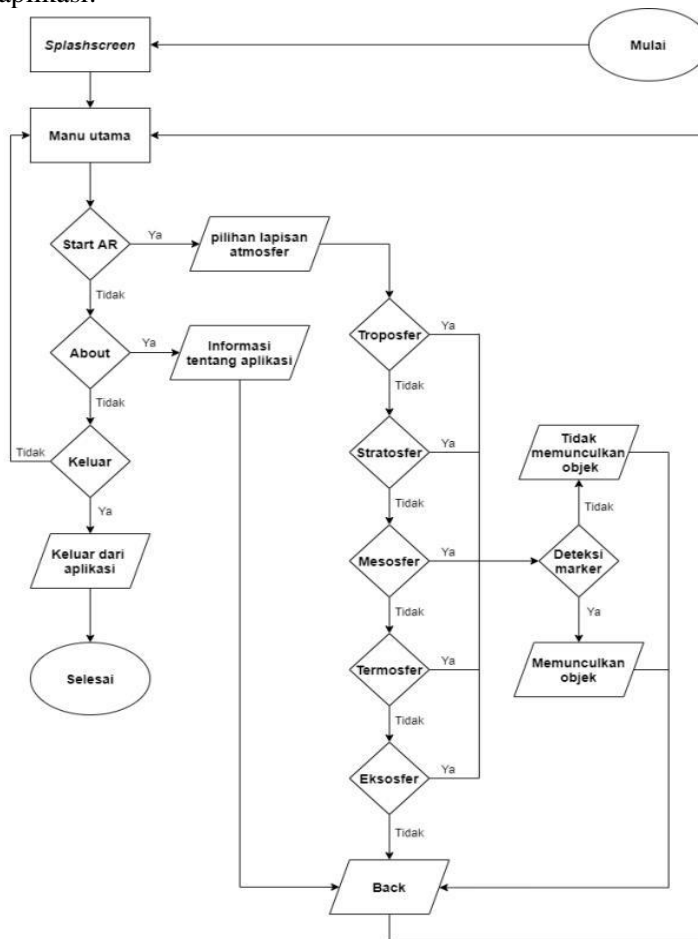
No.	Marker	Rate
1.		3
2.		4
3.		3
4.		4
5.		5



Pada table 1 menunjukkan dua rating algoritma *fast corner* yang berbeda. Semakin tinggi *rating* yang ada, semakin tinggi jumlah bintang pada vuforia, semakin bagus *marker* dapat digunakan untuk membaca objek.

B. Flowchart Aplikasi




Flowchart digunakan sebagai alur berjalannya sebuah sistem yang dijabarkan melalui diagram alir. Berikut merupakan *flowchart* pada aplikasi.



Gambar. 6. *Flowchart* Aplikasi

C. Storyboard

TABEL II
 KETERANGAN UI PADA STORYBOARD

No.	Bagian	Sisi
1		Tampilan awal ketika membuka aplikasi. Tampilan ini menampilkan splashscreen sebelum membuka aplikasi dan mengarah ke halaman menu
2		Tampilan menu pada aplikasi. Terdapat tombol exit, about, dan mulai untuk menjalankan <i>augmented reality</i>
3		Pada start kamera, jika <i>button</i> troposfer ditekan, lapisan lainnya akan gelap, dan hanya bagian troposfer yang terang, serta terdapat penjelasan singkat dari lapisan troposfer

4



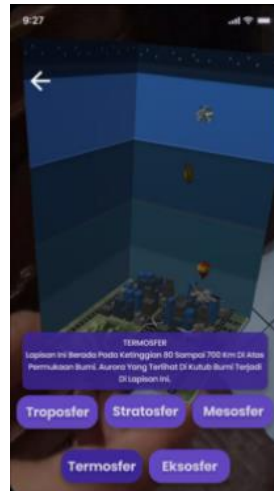
Berikutnya, jika *button* strosfer ditekan, maka lapisan tersebut akan terang dan yang lainnya berwarna gelap, dan terdapat pengertian singkat dari lapisan tersebut

5



Selanjutnya, jika *button* mesosfer ditekan, lapisan tersebut akan terang dan yang lainnya berwarna gelap, dan terdapat pengertian singkat dari lapisan tersebut

6



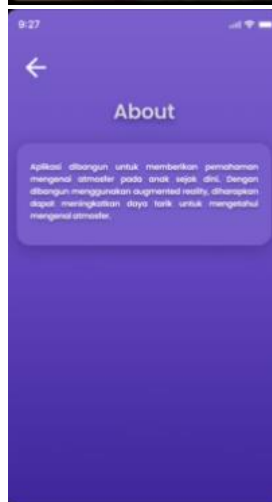
Sama seperti lainnya, jika *button* tersebut ditekan, hanya lapisan tersebut yang berwarna terang, dan juga terdapat penjelasan singkat dari lapisan termosfer

7



Terakhir, jika *button* eksosfer ditekan, lapisan tersebut akan terang dan yang lainnya gelap, dan terdapat definisi singkat lapisan tersebut

8



Bagian dari aplikasi yang berikutnya adalah *about*. Bagian ini menampilkan informasi singkat tujuan dari pembuatan aplikasi dari penelitian ini.

D. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan oleh beberapa *defice* android dengan berbagai versi android yang berbeda, pengujian dilakukan dengan menggunakan jarak kamera mendeteksi terhadap *marker*.

TABEL III
 VERSI ANDROID

Versi Android	Perangkat
8.1 (Oreo)	Vivo Y95
9.0 (Pie)	Asus Zenfone Max Pro M2
10.0 (Q)	Redmi Note 7

Pada tabel 3 merupakan perangkat pengujian pada aplikasi yang digunakan, perangkat yang digunakan menggunakan tiga versi android yang berbeda untuk dilakukan pengujian aplikasi yang digunakan untuk membandingkan kesesuaian aplikasi pada tiap-tiap *defice* android.

a). Pengujian Jarak Minimal

TABEL IV
 JARAK MINIMAL MARKER MEMBACA OBJEK

Perangkat	Versi Android	Jarak
Vivo Y95	8.1 (Oreo)	±10 Cm
Asus Zenfone Max Pro M2	9.0 (Pie)	±10 Cm
Redmi Note 7	10.0 (Q)	±10 Cm

Pengujian jarak minimal yang dilakukan pada tiga perangkat *smartphone* android menunjukkan hasil yang sama, yaitu dengan jarak ±10 Cm agar objek dapat terdeteksi pada *marker*.

b). Pengujian Jarak Maksimal

TABEL V
JARAK MAKSIMAL MARKER MEMBACA OBJEK

Perangkat	Versi Android	Jarak
Vivo Y95	8.1 (Oreo)	±60 Cm
Asus Zenfone Max Pro M2	9.0 (Pie)	±70 Cm
Redmi Note 7	10.0 (Q)	±80 Cm

Pengujian jarak maksimal yang dilakukan pada tiga perangkat *smartphone* android menunjukkan hasil yang beragam, yaitu dengan pada versi android 8.1 (oreo) menunjukkan jarak *marker* agar dapat mendeteksi objek yaitu ±60 Cm, lalu pada versi android 9.0 (pie) menunjukkan jarak *marker* agar dapat mendeteksi objek yaitu ±70 Cm, kemudian pada versi android 10.0 (Q) menunjukkan jarak *marker* agar dapat mendeteksi objek yaitu ±80.

c). Pengujian Sudut Kemiringan

Pengujian sudut aplikasi yang dilakukan menunjukkan bahwa *marker* dapat menunjukkan bahwa merker dapat mendeteksi objek pada sudut manapun ketika digunakan, atau dapat mendeteksi dengan sudut 360°. Objek dapat terdeteksi 360° karena objek 3D dibuat mengikuti bentuk dari *marker* yaitu kubus.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan yaitu.

- 1). Pada penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi yang dimaksudkan untuk memberi pemahaman edukasi mengenai lapisan atmosfer khusus nya untuk anak-anak dengan menggunakan *augmented reality*.
- 2). Aplikasi ini dibangun menggunakan algoritma *fast corner* dimana algoritma tersebut memanfaatkan sudut dan menentukan nilai *P* sebagai titik koordinat pusat.
- 3). Dalam pengujian aplikasi dilakukan pada tiga *device* android yaitu 8.1 (oreo), 9.0 (pie), 10.0 (Q). Pada android versi 8.1(oreo), jarak maksimal agar *marker* dapat membaca objek yaitu ±50 Cm. Pada android versi 9.0 (pie), jarak maksimal agar *marker* dapat membaca objek yaitu ±70 cm. Pada versi android 10.0 (Q), jarak maksimal agar *marker* dapat membaca objek yaitu ±80 Cm. Serta aplikasi dapat membaca objek pada *marker* secara 360° dikarenakan objek 3D dibuat mengikuti bentuk *marrker*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Irfansyah, "Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Untuk Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android," *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 1, p. 9, 2017, doi: 10.26740/jieet.v1n1.p9-17.
- [2] M. Z. Devita, S. Andryana, and D. Hidayatullah, "Augmented Reality Pengenalan Huruf dan Angka Arab Menggunakan Metode Marker Based Tracking Berbasis Android," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 14, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1850.
- [3] A. A. Wahid and H. F. Mulany, "Penerapan Augmented Reality Pada Aplikasi Pembelajaran pancasila," no. July, pp. 0–6, 2019.
- [4] 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. 179–186, 2017.
- [5] C. A. Sugianto, "Aplikasi Edukasi Tata Surya Menggunakan Augmented Reality Berbasis Mobile," no. June 2018, 2018, doi: 10.31227/osf.io/swun9.
- [6] A. Winatra, S. Sunardi, R. Khair, I. Idris, and A. Santosa, "Aplikasi Augmented Reality (Ar) Sebagai Media Edukasi Pengenalan Bentuk Dan Bagian Pesawat Berbasis Android," *J. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, p. 212, 2019, doi: 10.36294/jurti.v3i2.1217.
- [7] A. Wulandari, S. Andryana, and A. Gunaryati, "Pengenalan Ikan Hias Laut Pada Anak Usia 3 Tahun Dengan Metode Marker Based Tracking Berbasis Augmented Reality," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 5, no. 2, 2019, doi: 10.26905/jtmi.v5i2.3711.
- [8] Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. Song, H. Tang, and M. Tian, "An overview of augmented reality technology," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1237, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1237/2/022082.
- [9] C. Thim-Mabrey, "Sprachwandel in übersetzungsbearbeitungen zwischen 1846 und 1999," *Neuphilol. Mitt.*, vol. 107, no. 3, pp. 361–373, 2006.
- [10] A. Willis and Y. Sui, "An algebraic model for fast corner detection," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, no. Iccv, pp. 2296–2302, 2009, doi: 10.1109/ICCV.2009.5459443.
- [11] 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.
- [12] A. P. Andriyandi, W. Darmalaksana, D. S. adillah Maylawati, F. S. Irwansyah, T. Mantoro, and M. A. Ramdhani, "Augmented reality using features accelerated segment test for learning tajweed," *Telkonnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 1, pp. 208–216, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.V18I1.14750.
- [13] X. Xiong and B.-J. Choi, "Comparative Analysis of Detection Algorithms for Corner and Blob Features in Image Processing," *Int. J. Fuzzy Log.*

- Intell. Syst.*, vol. 13, no. 4, pp. 284–290, 2013, doi: 10.5391/ijfis.2013.13.4.284.
- [14] U. Neumann and S. You, “Natural feature tracking for augmented reality,” *IEEE Trans. Multimed.*, vol. 1, no. 1, pp. 53–64, 1999, doi: 10.1109/6046.748171.
- [15] S. Ulfah, D. R. Ramdania, U. Fatoni, K. Mukhtar, H. Tajiri, and A. Sarbini, “Augmented reality using Natural Feature Tracking (NFT) method for learning media of makharijul huruf,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 874, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/874/1/012019.
- [16] 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.