Algoritma Fast Corner Detection dan Natural Feature Tracking Media Tumbuhan Berbasis Augmented Reality

Aldy Febriyandani¹, Fauziah², Ira Diana Sholihati³

³ Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional
e-mail: *¹aldifangky@gmail.com, ²fauziah@civitas.unas.ac.id, ³iradiana2803@gmail.com

Abstrak

Kemajuan teknologi dimasa sekarang sangatlah pesat, Salah satunya dalam bidang media pembelajaran atau edukasi. Teknologi Augmented Reality (AR) Merupakan sebuah penggabungan dari digital konten yang telah di buat di komputer dari dengan dunia nyata. Penelitian ini bertujuan untuk memberi pengenalan tentang tumbuhan sehingga dapat mengetahui informasi tentang tanaman tersebut. Penelitian ini menggunakan sebuah metode yaitu natural feature tracking serta menggunakan sebuah sistem pengembangan yaitu MDLC (Multimedia Development Life Cycle) dan memakai algoritma Fast Corner Detection dan Natural Feature Tracking, Sehingga menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat menampilkan objek 3D tentang tumbuhan, dan terdapat penjelasan singkat mengenai tumbuhan, Aplikasi ini dapat menggunakan sistem operasi Android, Pengujian aplikasi menggunakan 3 handphone android yaitu Samsung A2018 dengan versi android 9, Oppo A9 2019 dan Samsung A51 2020 bahwa pada saat kemiringan <18° ketiga handphone tersebut tidak mendeteksi marker sedangkan saat pada sudut 20°-60° dan 61°-90° ketiga handphone tersebut dapat mendeteksi dan terbaca pada layar handphone.

Kata kunci— Augmented Reality, Multimedia Development Life Cycle, Algoritma Fast Corner Detection dan Natural Feature Tracking.

Abstract

Technological advances today are very rapid, one of which is in the field of learning media or education. Augmented Reality (AR) Technology is an amalgamation of digital content that has been created on a computer from the real world. This study aims to provide an introduction to plants so that they can find out information about the plant. This study uses a method, namely natural feature tracking and uses a development system, namely MDLC (Multimedia Development Life Cycle) and uses Fast Corner Detection and Natural Feature Tracking algorithms, resulting in an application that can display 3D objects about plants, and there is a brief explanation of plants, This application can use the Android operating system, Testing the application using 3 android phones, namely Samsung A2018 with android version 9, Oppo A9 2019 and Samsung A51 2020 that when the slope is <18 ° the three cellphones do not detect the marker while at an angle of 20 ° -60° and 61°-90° the three mobile phones can detect and be read on the mobile screen.

Keywords— Augmented Reality, Multimedia Development Life Cycle, Algoritma Fast Corner Detection dan Natural Feature Tracking.

1. PENDAHULUAN

Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang diciptakan oleh Allah yang dapat hidup berdampingan dengan manusia. Tumbuhan juga dapat menghasilkan makanan sendiri dengan melakukan proses fotosintesis, Tumbuhan itu sendiri dapat menghasilkan oksigen (O_2) mengubah Karbondioksida (CO_2), Oksigen tersebut digunakan untuk bernafas makhluk hidup lainnya. Sangat penting tumbuhan untuk kelangsungan hidup manusia dan bumi, Karena tumbuhan memiliki peran sebagai penghasil oksigen (O_2) jika di bumi memiliki sedikit tumbuhan akan menyebabkan bencana alam dan kurangnya oksigen bagi makhluk hidup.[1]

Informasi sudah mudah didapatkan dengan menggunakan smartphone melalui internet, smartphone ialah suatu alat komunikasi yang sudah mendukung teknologi *Augmented Reality*. *Augmented Reality* sangat berguna, untuk sebagai media pengenalan dengan lebih mudah, karena pengenalan dapat berupa bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi sehingga lebih dapat menarik perhatian masyarakat.[2]

Augmented Reality dapat digunakan sebagai media pengenalan mengenai tumbuhan dengan object 3D menggunakan Algoritma *fast corner* yang sudah disediakan oleh Vuforia, Vuforia itu sendiri merupakan software free yang dapat digunakan untuk membuat *Augmented Reality* dan di dalam Vuforia dapat mengeluarkan rating 1-5 dimana semakin rendah rating tersebut maka gambar tersebut akan susah dibaca oleh kamera smartphone dan sedangkan semakin tinggi rating gambar tersebut maka gambarnya akan mudah dibaca oleh smartphone.

Pada penelitian serupa yang telah dilakukan dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* yang bertujuan untuk membuat pembelajaran yang efektif, mudah diperoleh, serta penggunaannya yang mudah dengan memanfaatkan teknologi *augmented reality* [3]. Penelitian serupa juga dilakukan yang berjudul Rancangan Bangun Aplikasi *Augmented Reality* Untuk Deteksi Pengenalan Tanaman Obat Berbasis Android yang bertujuan untuk pengenalan tanaman obat [4]. Pada penelitian terkait juga dilakukan penelitian menggunakan Algoritma *fast corner* dengan judul *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer Dengan *Fast Corner* Dan *Catural Feature Tracking* pada aplikasi ini bertujuan untuk memperkenalkan komponen-komponen komputer dengan bentuk dengan memanfaatkan *augmented reality* dan menggunakan [5]. Penelitian serupa dilakukan dengan menggunakan algoritma *Features from Accelerated Segment Test (FAST)* dengan judul *Augmented Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D Dalam Bentuk 3D* Dengan Metode *Fast Corner Detection* tujuan aplikasi ini dibuat untuk pembelajaran penggambaran 2D ke bentuk 3D atau sebaliknya [6]. Penelitian terkait juga dilakukan dengan judul *Augmented Reality Struktur Dan Fungsi Tumbuhan Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Platform Android* aplikasi ini dibuat untuk sebagai media pembelajaran tentang struktur dan fungsi tumbuhan [7]. Penerapan *augmented reality* sebagai media pengenalan telah dilakukan penelitian yang berjudul *Aplikasi Natural Pengenalan Tanaman Berbasis Augmented Reality Pada Perangkat Android* aplikasi tersebut dibuat bertujuan untuk memberikan informasi tentang tanaman memanfaatkan sebuah teknologi *augmented reality* dengan sistem operasi android [8]. Algoritma *fast corner detection* juga digunakan pada penelitian yang berjudul *Aplikasi Augmented Reality (AR) Dengan Metode Based Tracker Sebagai Media Pengenalan Hewan Darat Pada Anak Usia Dini Menggunakan Algoritma Fast Corner Detection* [9].

Dari penguraian di atas, peneliti ingin menciptakan suatu aplikasi yang memanfaatkan teknologi *augmented reality* sebagai media pengenalan tumbuhan yang akan dapat membantu dalam mempelajari tumbuhan dengan bentuk object 3D yang nantinya akan dapat terlihat dengan jelas bentuk dari tanaman dan disertai dengan informasi, Karena di Indonesia sedang menjalani wabah pandemi corona sehingga memberikan dampak yang sangat besar dalam bidang ilmu

pengetahuan, banyak tempat wisata yang di tutup supaya tidak mengundang kerumunan dan menyebabkan kurangnya informasi dan pengetahuan yang diketahui

2. METODE PENELITIAN

2.1 Unity

Unity adalah suatu aplikasi gratis yang dapat digunakan untuk membuat sebuah aplikasi berbasis 2 dimensi atau 3 dimensi, Unity sendiri mendukung banyak platform seperti PC, Android, WebGL, Ios, TvOS, Xbox One, Ps Vita, PS4, Facebook. [11]

2.2 Augmented Reality

Sebuah teknologi yang dapat membantu manusia dalam memvisualisasi objek 2D maupun 3D ke lingkungan sebenarnya dalam waktu yang nyata [10]

2.3 Vuforia

Vuforia di pakai membuat sebuah aplikasi berbasis *augmented reality*. Vuforia menggunakan teknologi penglihatan untuk mengenali gambar secara real time dan 3D object. sehingga di layar handphone bisa menampilkan dunia nyata dan dunia yang di buat di aplikasi tersebut. [5]

2.4 Kebutuhan Sistem

Dalam membuat aplikasi penulis membutuhkan hardware dan software di yang telah di jabarkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hardware yang Digunakan

Perangkat	Kuantitas
Motherboard	Astock B450
Processor	AMD Rayzen 5 3500x
GPU	RTX 2060 6GB
Ram	16 GB
SSD	1 TB

Tabel 2. Software yang Digunakan

Software
Unity
SketchUp 2020
Adobe Photoshop

2.5 Multimedia Development Life Cycle(MDLC)

Gambar 1. MDLC Model

Penelitian menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle. Terdapat 6 tingkatan dalam proses pembuatan aplikasi yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing dan distribution.

1. Concept
Merupakan sebuah konsep pertama dari membuat aplikasi virtual reality, Pada tahapan untuk menentukan tujuan untuk siapa aplikasi ini akan di gunakan.
2. Design
Design adalah tahapan pembuatan rancangan antar muka (interface).
3. Material Collecting
Bertujuan untuk mengumpulkan bahan yang akan di gunakan, Seperti informasi yang akan di sampaikan , design 3D setiap objek.
4. Assenbly
Tahap ini adalah semua bahan yang akan di gunakan di gabung seperti design, object 3D, Unity 3D sehingga menjadi sebuah aplikasi.
5. Testing
Testing di lakukan untuk menguji aplikasi yang di buat sudah sesuai, dan memastikan tidak ada nya bug pada aplikasi .
6. Distribution
Pada tahap ini akan di bagikan atau di gunakan untuk menyapaikan informasi sesuai dengan tujuan dari aplikasi.

2.6 Fast Corner Detection

Sebuah algoritma yang bekerja melacak sudut-sudut pada object. Bertujuan untuk menunjukkan presisi dari setiap titik sudut dan memiliki kinerja perhitungan yang tinggi dan efisien dalam pendeteksian suatu objek dan pelacakan suatu objek [5]

Aturan di algoritma menetapkan titik pada sudut dengan titik sudut p yang akan di masukkan data dengan 16 piksel pata titik p. Contoh pada gambar 2 yaitu menentukan pada setiap masing-masing perbedaan, yaitu

Gambar 2. Kerja Citra dan di Titik p

$$I < I_p - t_{gelap}$$

$$C = \{I_p + t < I_n < I_p + t_{normal}\}$$

$$I_p - t < I_p - t < I_{pterang}$$

2.7 Natural Feature Tracking

Natural Feature Tracking yang sering disebut juga NFT merupakan suatu metode yang di gunakan di augmented reality yang bertujuan untuk mendeteksi dan melacak secara alami pada gambar itu sendiri, Dalam library vuforia terdapat Natural Feature Tracking yang memiliki fungsi untuk menandai gambar yang bersumber pada pola poin sudut yang ada pada gambar [12].

2.8 Marker

Marker merupakan sebuah wujud yang sudah di bentuk kedalam gambar, Marker ini menjadi sebuah penanda yang ada di Augmented Reality [12]

2.9 Rancangan Flowchart Augmented Reality

Flowchart di gunakan untuk menggambarkan step by step pada perancangan suatu aplikasi, Berfungsi untuk membuat cara penggunaan yang di pilih maka dapat melihat cara penggunaan aplikasi ini supaya mengerti cara menjalankan aplikasi ini dengan baik.

Gambar 3. Flowchart Penelitian

Pada gambar 3 menjelaskan alur dari aplikasi. Saat aplikasi sedang di gunakan maka tampilan pertama dari aplikasi tersebut adalah tampilan menu. Menu tersebut terdapat pilihan yaitu menu pengenalan, menu marker dan menu cara penggunaanya.

Ketika menu yang dipilih yaitu menu pengenalan maka proses selanjutnya yaitu menu marker. Ketika berhasil di scan marker, maka akan menampilkan object 3D dari sistem pengenalan tumbuhan. jika sudah muncul objectnya lalu akan ada pilihan button untuk penjelesan dari tumbuhan yang ingin diketahui, misal tumbuhan ralesia maka tekan button raflesia nanti akan ada penjelasan tentang tumbuhan tersebut. Menu marker dipilih supaya menampilkan marker yang sudah di setting di vuforia dan bisa juga di download. Menu cara penggunaan di pilih maka dapat melihat cara penggunaan aplikasi ini supaya mengerti cara menjalankan aplikasi ini dengan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Flowchart

Berikut merupakan alur yang di gunakan pada aplikasi pengenalan tumbuhan berbasis *augmented reality*

Gambar 4. Flowchart pada Aplikasi

Pada gambar 4 menunjukkan sebuah alur dari aplikasi pengenalan tumbuhan yang telah dibuat terdiri dari loading, menu utama, Pada menu utama terdapat empat pilihan yaitu menu , tentang, penduan, dan keluar. Jika kita memilih panduan akan memberikan panduan cara memakai aplikasi tersebut dan dapat mendownload marker pada menu tersebut, Jika memilih tentang akan menampilkan pengenalan tentang aplikasi tersebut dan nama pembuat aplikasi tersebut sedangkan jika memilih menu akan menampilkan pilihan tanaman yang terdiri dari adenium , monstera, redstardust, patah tulang, scolarisolaris, edelweis, reflexia, sedum autumn, stephylea pinnata, dan echinacea, setelah memilih satu dari sepuluh tumbuhan akan menampilkan penjelasan tentang tumbuhan tersebut dan mengscan marker dan menampilkan object 3d .

3.2 Fast Corner Detection

Pada gambar 5 terdapat titik pusat p pada posisi awalan (x_p, y_p) yang telah di tunjuk oleh vuforia engine, Setelah itu vuforia memilih 4 titik pusat pada gambar ($n=1$) yang terletak pada titik pusat $(x_p, y_p + 3)$, ($n=2$) terletak titik pusat $(x_p + 3, y_p)$, ($n=3$) terletak titik pusat $(x_p, y_p - 3)$, ($n=4$) terletak titik pusat $(x_p - 3, y_p)$

Gambar 5. Rafleisa Sumber: google.com

3.3 Penerapan Natural Feature Tracking

Tabel 3. Natural Feature Tracking

No	Fitur Natural Feature Tracking
1	

2
3
4
5
6

7
8
9
10

Pada tabel 3 menampilkan fitur Natural Feature Tracking yang sudah tersedia di divofooria engine dan memiliki fungsi untuk menandai gambar yang bersumber pada pola poin sudut yang ada pada gambar.

3.4 Penerapan User Interface

Tabel 4. Hasil User Interface

No	User Interface	Keterangan
1		Menampilkan loading screen atau splash screen setelah selesai loading menuju main menu.
2		Menampilkan menu utama dari aplikasi yaitu menu, panduan, tentang, dan keluar.
3		Menampilkan pilihan tanaman ketika saat memilih menu.
4		Ketika memilih tentang pada menu awal maka akan menampilkan tujuan dari pembuatan aplikasi <i>augmented reality</i> .
5		Ketika memilih adenium pada menu tumbuhan maka akan menampilkan 3D tumbuhan adenium beserta penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.

6	<p>EDELWEIS</p> <p>Edelweis memiliki julukan bunga abadi edelweis hanya tumbuh di dataran tinggi 1,800-3,000 meter (5,900-9,800 kaki) Jika mendaki beberapa gunung di Indonesia terdapat di Lawu, Semeru, Merbabu, Sindoro, Papandayan, Gede Pangrango, dan Rinjani.</p>	Ketika memilih edelweis pada menu tumbuhan maka akan menampilkan 3D tumbuhan edelweis berserta penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.
7	<p>MONSTERA</p> <p>Monstera atau yang sering di sebut janda bolong. Tanaman ini yang memiliki daun yang mengkilap lebar berwarna hijau pekat berpola seperti bentuk hati, dan mempunyai lobang atau belahan pada daun menjadi ciri khasnya monstera</p>	Ketika memilih monstera pada menu tumbuhan maka akan menampilkan 3D tumbuhan monstera berserta penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.
8	<p>PATAH TULANG</p> <p>Patah tulang merupakan tumbuhan yang mempunyai sifat toksik terhadap kulit, getah asam patah tulang mengandung euphorbone, laktol, tarasasterol, copol, senyawa damar kautschuk (zat karet) dan asam elaf</p>	Ketika pilih patah tulang pada menu tumbuhan maka akan menampilkan 3D tumbuhan patah tulang berserta penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.
9	<p>RAFLESIA</p> <p>Rafflesia merupakan bunga yang terkenal karena terbesar di dunia Bunga Rafflesia arnoldii merupakan parasit tidak berakar, tidak berdaun, dan tidak bertangkai. Diameternya ketika sedang mekar bisa mencapai 1 meter dengan berat sekitar 11 kilogram.</p>	Ketika memilih raflesia pada menu tumbuhan maka akan menampilkan 3D tumbuhan raflesia berserta penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.
10	<p>RED STARDUST</p> <p>Red stardust atau yang sering di sebut keladi merah. Tumbuhan ini selain sebagai tanaman hias bisa juga sebagai tanaman obat untuk mengobati pembengkakan pada jari-jari.</p>	Ketika memilih red stardust pada menu tumbuhan maka akan menampilkan 3D tumbuhan red stardust berserta penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.

11		Menampilkan 3D tumbuhan scholaris dengan penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.
12		Menampilkan 3D tumbuhan sedum autumn dengan penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.
13		Menampilkan 3D tumbuhan stephylla dengan penjelasan singkat tentang tumbuhan tersebut.

3.5 Pengujian Aplikasi

Pengujian di laksanakan di beberapa hanphone android dengan versi android yang berbeda – beda, mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Handphone yang Digunakan

Perangkat	Model
Samsung A7 2018	9.0 (Pie)
Oppo A9 2019	10.0(Q)
Samsung A51 2020	11.0(R)

Pada tabel 5 merupakan handphone yang dipakai untuk pengujian aplikasi, handphone tersebut terdapat versi yang berbeda beda bertujuan untuk membandingkan tiap handphone sudah sesuai atau belum, pada handphone tersebut.

3.6 Hasil Pengujian Jarak Minimal

Tabel 6. Hasil Pengujian Jarak Minimal

Perangkat	Model	Jarak Minimal
Samsung A7 2018	9.0 (Pie)	+10 Cm
Oppo A9 2019	10.0(Q)	+10 Cm
Samsung A51 2020	11.0(R)	+10 Cm

Setelah menguji jarak minimal pada ketiga handphone android tersebut dan mendapatkan hasil bahwa jarak minimal untuk membaca object pada kamera handphone adalah +10 cm

3.7 Hasil Pengujian Jarak Maximal

Tabel 7. Hasil Pengujian Jarak Maximal

Perangkat	Versi Andorid	Jarak Maximal
Samsung A7 2018	9.0 (Pie)	+110 Cm
Oppo A9 2019	10.0(Q)	+105 Cm
Samsung A51 2020	11.0(R)	+126Cm

Dalam pengujian jarak maximal yang telah dilakukan pada ketiga handphone andorid menunjukan bahwa samsung a7 2018 dengan versi andorid 9 membutuhkan jarak maximal +110 cm supaya object terbaca oleh kamera handphone, sedangkan oppo a9 2019 dengan versi andorid 10 membutuhkan jarak +105 cm supaya object terbaca oleh kamera handphone, dan samsung a51 2020 dengan versi 11 membutuhkan jarak +126 cm supaya object terbaca oleh kamera handphone.

3.8 Hasil Kemiringan Sudut

Tabel 8. Hasil Kemiringan Sudut

Perangkat	Keterangan		
	<18°	20°-60°	61°-90°
Samsung A7 2018	Tidak Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi
Oppo A9 2019	Tidak Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi
Samsung A51 2020	Tidak Mendeteksi	Mendeteksi	Mendeteksi

Pada tabel 8 mendapatkan hasil pada saat sudut <18° ketiga handphone yaitu tidak mendeteksi, tetapi pada sudut 20-60 dan 61-90 ketiga handphone tersebut mendeteksi dan terbaca pada layar handphone

4. KESIMPULAN

Aplikasi ini dibuat sebagai media pengenalan tumbuhan dengan menggunakan teknologi augmented reality berbasis andorid

Dalam pengujian jarak miminal dan maximal yang sudah di lakukan terhadap tiga handphone tersebut, mendapatkan hasil bahwa samsung a7 2018 dengan versi andorid 9 membutuhkan jarak minimal +10 cm dan jarak maximal +110 cm supaya object terbaca oleh kamera handphone, sedangkan oppo a9 2019 dengan versi andorid 10 membutuhkan jarak minimal +10 cm jarak maximal +105 cm supaya object terbaca oleh kamera handphone, dan samsung a51 2020 dengan versi 11 membuthkan jarak minimal +10 cm dan jarak maximal+126 cm supaya object terbaca oleh kamera handphone.

Saat pengujian kemiringan sudut pada 3 handphone yaitu samsung a7 2018, oppo a9 2019, samsung a51 2020, Mendapatkan hasil bahwa pada saat kemiringan<18° ketiga handphone tersebut tidak mendeteksi marker sedangkan saat pada sudut 20°-60° dan 61°-90° ketiga handphone tersebut dapat mendeteksi dan terbaca pada layar handphone

5. SARAN

Perlunya teknologi yang lebih baru dari *augmented reality* yaitu seperti *miixed reality* atau *extended reality*, untuk membuat sebuah aplikasi yang lebih nyata lagi dan bisa berinteraksi dalam teknologi yang lebih terbaru atau bisa di sebut lebih canggih dari pada *augmented reality*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khairuna, "Diktat Fisiologi Tumbuhan," *Progr. Stud. Pendidik. Biol. Fak. Ilmu Tarb. dan Kegur. Univ. Islam Negeri Sumatera Utara*, p. 124, 2019.
- [2] S. Balandin, I. Oliver, S. Boldyrev, A. Smirnov, N. Shilov, and A. Kashevnik, "Multimedia services on top of M3 Smart Spaces," *Proc. - 2010 IEEE Reg. 8 Int. Conf. Comput. Technol. Electr. Electron. Eng. Sib.*, vol. 13, no. 2, pp. 728–732, 2010, doi: 10.1109/SIBIRCON.2010.5555154.
- [3] L. Hakim, "Pengembangan Media Pembelajaran Pai Berbasis Augmented Reality," *Lentera Pendidik. J. Ilmu Tarb. dan Kegur.*, vol. 21, no. 1, pp. 59–72, 2018, doi: 10.24252/lp.2018v21n1i6.
- [4] R. Efendi, "Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Untuk Deteksi Pengenalan Tanaman Obat Berbasis Android," *IKRA-ITH Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–45, 2020, [Online]. Available: rizalefendi248@gmail.com.
- [5] G. Y. Abdillah, S. Andryana, and A. Iskandar, "Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer Dengan Fast Corner Dan Natural Feature Tracking," *JIPi (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 79, 2020, doi: 10.29100/jipi.v5i2.1767.
- [6] N. Wahyudi, R. A. Harianto, and E. Setyati, "Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection," *J. Intell. Syst. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–18, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.istts.ac.id/index.php/INSYST/article/view/28>.
- [7] A. Ratnasari and E. Mulyanto, "Augmented Reality Struktur dan Fungsi Tumbuhan Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Platform Android," *J. IJCCS*, no. x, pp. 1–16, 2017.
- [8] L. Vinet and A. Zhedanov, "A 'missing' family of classical orthogonal polynomials," *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, pp. 1–8, 2011, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- [9] A. Syahputra, S. Andryana, and A. Gunaryati, "Aplikasi Augmented Reality (AR) dengan Metode Marker Based sebagai Media Pengenalan Hewan Darat pada Anak Usia Dini menggunakan Algoritma Fast Corner Detection (FCD)," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 4, no. 2, p. 56, 2020, doi: 10.35870/jtik.v5i1.164.

- [10] R. Rumajar, A. Lumenta, B. A. Sugiarto, and J. T. E. Unsrat, "Perancangan Brosur Interaktif Berbasis Augmented Reality," *Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 6, pp. 1–9, 2015.
- [11] *Dewi Agushinta Rahayu, Ihsan Jatnika, Henny Medyawati, Hustinawaty, 2017*, "Implementasi Database Cloud Buah pada Vuforia," Prosiding Seminar Nasional Darmajaya, Vol.1, No.1, pp.502-512.
- [12] D. A. Pangestu, F. Fauziah, and N. Hayati, 2020, "Augmented Reality Sebagai Media Edukasi Mengenai Lapisan Atmosfer Menggunakan Algoritma Fast Corner," *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)* Vol.5 No.2, 67-78.