

Pengembangan Aplikasi Pemandu Kampus Universitas Pendidikan Indonesia Berbasis *Augmented Reality*

¹Basthatan Ihsan Alhamid, ²Eka Fitrajaya Rahman, ³Rasim

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia
Bandung, Indonesia

¹basthanihsan@student.upi.edu

²ekafitrajaya@upi.edu

³rasim@upi.edu

Abstrak—Media pengenalan kampus Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) masih menggunakan aplikasi *web*. Media tersebut bersifat statis dan abstrak karena tidak dapat menunjukkan bagaimana keadaan sesungguhnya. Hal tersebut membuat mahasiswa baru dan orang yang baru berkunjung ke UPI kesulitan untuk mengenal lingkungan kampus. Oleh karena itu, perlu dibuat aplikasi *tour guide* yang dapat membantu mengenalkan lingkungan kampus UPI. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini yaitu *augmented reality*. *Augmented Reality* merupakan teknologi yang dapat menyatukan antara objek dunia maya dan lingkungan dunia nyata. Aplikasi yang akan dibangun dapat memunculkan objek *tour guide* pada lokasi yang telah ditentukan, kemudian dapat memberi informasi tentang tempat tersebut. Pada penelitian ini digunakan metode *markerless augmented reality* dengan *location based service* dan menggunakan *framework* Mapbox. Hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat menampilkan objek *tour guide* dengan model 3D berbentuk manusia yang dapat relative diam menempati ruang lingkungan nyata dan dapat dianimasikan seperti sedang berbicara, sehingga membuat tampilan terlihat lebih nyata. Dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi yang dibangun dapat difungsikan sebagai *tour guide* di kampus.

Kata Kunci—*Augmented Reality*, *Location Based Service*, *Tour Guide*, *Campus Guide*.

I. PENDAHULUAN

Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) merupakan salah satu Perguruan Tinggi Negeri yang terletak di Kota Bandung. Kampus utama UPI memiliki luas wilayah mencapai 75 hektar, memiliki delapan fakultas dan satu Sekolah Pascasarjana (SPs) [1]. Selain terdapat banyak gedung fakultas sebagai sarana penunjang keberlangsungan belajar mahasiswanya, terdapat juga layanan Perpustakaan, layanan UPInet, dan berbagai sarana olahraga. Penyajian informasi terkait penjelasan detail dan

letak gedung satu dengan lainnya yang interaktif masih sulit ditemui pada media promosi yang dimiliki UPI. Sarana informasi tersebut diperlukan guna untuk memperkenalkan lingkungan UPI.

Selain sarana informasi melalui laman web, UPI juga mengadakan Masa Orientasi Kampus dan Kuliah Umum (MOKAKU) UPI setiap tahunnya bagi mahasiswa baru. Salah satu agenda pengenalan kampus yaitu kependamuan yang akan membantu mahasiswa baru mengenal lingkungan kampus. Pelaksanaannya terbilang singkat dan padat dengan hanya dilaksanakan selama tiga hari.

Tour guide atau pemandu akan membantu bagi mahasiswa baru atau orang yang baru pertama kali berkunjung ke UPI untuk dapat mengenal lingkungan kampus. Namun penyediaan jasa *tour guide* khusus dalam pengenalan kampus akan mengeluarkan dana yang tidak efisien. Sehingga perlu ada inovasi pengembangan teknologi yang dapat digunakan sebagai *tour guide* yang lebih efisien.

Teknologi yang saat ini tengah berkembang yaitu pengembangan *augmented reality*. *Augmented reality* merupakan teknologi yang memadukan antara dunia maya ke dalam lingkungan yang nyata. Dapat dikatakan sebagai penghubung antara teknologi yang abstrak dengan persepsi manusia itu sendiri. Prinsip *augmented reality* secara umum bersifat interaktif, immersion, realtime, dan objek yang ditampilkan biasanya berupa tiga dimensi [2]. Teknologi *augmented reality* dapat kita manfaatkan ke berbagai bidang, diantaranya media pembelajaran, kesehatan, hiburan, manufaktur, dan lain-lain termasuk kegunaannya sebagai *tour guide*.

Pemanfaatan *augmented reality* pada bidang kependamuan telah terbukti dapat meningkatkan pemahaman dan pengetahuan [3]. *Augmented reality* yang digunakan yaitu untuk membantu dalam *study tour* di

dalam sebuah museum. Dalam *augmented reality*, terdiri dari tiga langkah sederhana: *recognition*, *tracking*, *mix* [4]. Namun dalam metode pembuatannya terbagi menjadi dua, yaitu *marker-based tracking* dan *markerless tracking*.

Location based augmented reality termasuk ke dalam *markerless tracking* dalam pembuatan *augmented reality* yang memiliki kelebihan untuk menampilkan objek maya pada lokasi yang ditentukan. Dengan kelebihan tersebut, metode tersebut dapat diimplementasikan untuk menempatkan *tour guide* pada setiap gedung di UPI yang akan dikenalkan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi yang dapat digunakan sebagai *tour guide* sebagai aplikasi pengenalan kampus UPI.

Agar aplikasi dapat digunakan untuk melakukan *tour* secara pribadi, maka aplikasi *tour guide* perlu dibangun pada perangkat yang *mobile*. Salah satu perangkat *mobile* yang saat ini banyak dimiliki yaitu *smartphone* dengan sistem operasi android.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian tentang *augmented reality* dalam bidang kependidikan telah beberapa dilakukan. Misalnya pada penelitian [5] yang membuat aplikasi *augmented reality* untuk menunjukkan keberadaan suatu gedung. Aplikasi yang dibangun dapat mengetahui letak gedung dari posisi pengguna dan memberi sedikit deskripsi yang ditampilkan dengan label dua dimensi (2D). Penelitian yang serupa juga telah dilakukan oleh [6], [7], dan [8] yang menampilkan nama gedung ketika aplikasi diarahkan pada gedung tersebut. Sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian [9] digunakan sebagai penunjuk lokasi hotel di Semarang dan pada penelitian [10] digunakan untuk menunjukkan lokasi kampus di Jakarta Selatan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh [11] yaitu untuk menunjukkan rute menuju tempat wisata di Kota Medan. Aplikasi yang dibangun dapat menunjukkan rute dari lokasi pengguna berada menuju lokasi tempat wisata bangunan bersejarah di Kota Medan dengan label arah panah 2D sepanjang jalan. Pada penelitian lain [12], aplikasi penunjuk arah digunakan dalam lingkup kampus ITS.

Penelitian lain dilakukan oleh [13] untuk pemanfaatan *augmented reality* dalam memperkenalkan situs budaya di Korea. Pada penelitian tersebut dilakukan *tracking* pada bentuk geometris ruangan, kemudian memunculkan objek 3D berupa patung bersejarah. Penelitian serupa dilakukan oleh [14] yang digunakan sebagai pemandu di candi Dalongdong Bao'an di Taiwan. Namun pada penelitian ini digunakan *marker* berupa gambar mural disekitar candi lalu menampilkan penjelasan berupa teks dan video.

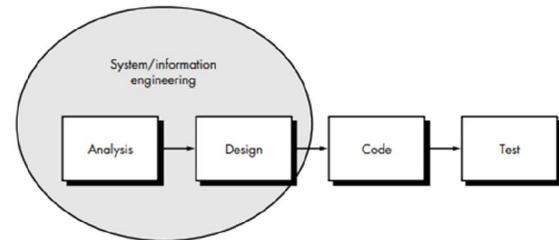
Kemudian pada penelitian selanjutnya [15], peneliti membuat aplikasi *tour guide* berbasis *augmented reality* yang dapat memandu pengguna dalam memahami tempat-tempat wisata. Pengguna dapat dengan bebas berjalan menyusuri suatu lokasi, kemudian aplikasi akan memberi penjelasan jika pengguna berada di area dekat dengan lokasi. Informasi yang diberikan berupa data audio.

Dengan metode yang berbeda, pada penelitian [16] digunakan metode *marker based* dengan menggunakan logo kampus sebagai penanda. Ketika penanda terdeteksi, maka akan dimunculkan objek 3D berupa gedung kampus Universitas Wahid Hasyim Semarang. Pada penelitian tersebut, kualitas pencahayaan dan jarak penanda mempengaruhi proses pendeteksian penanda. Serupa dengan penelitian tersebut, pada penelitian [17] menampilkan objek 3D gedung UNISKA. Pada penelitian ini, model gedung yang dibuat dapat dijelajahi secara virtual. Hal ini tentu menambah pengalaman pengguna, karena terdapat interaksi antara pengguna dan aplikasi.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan aplikasi dengan metode dan tujuan yang berbeda-beda dengan objek yang ditampilkan bervariasi dari objek 2D, 3D, dan audio. Penelitian ini turut melengkapi penelitian yang telah ada. Pada penelitian ini akan dibangun sistem pemandu kampus dengan metode *markerless augmented reality* yaitu *location based* dan objek yang ditampilkan berupa objek 3D.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam pengembangan aplikasi ini adalah berdasarkan model sekuensial linear yang diperkenalkan dalam bukunya Presman[18]. Model ini bersifat sistematis, dimana setiap tahapan pengembangan perangkat lunak akan dikerjakan secara berurutan mulai dari analisis, desain, *coding*, dan pengujian seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 1. Model Sekuensial Linear

A. Sistem Informasi

Aplikasi yang dibangun adalah sebuah aplikasi *augmented reality* yang menampilkan model *tour guide* yang akan memberi informasi tentang suatu gedung. Model yang ditampilkan merupakan model 3D berbentuk manusia yang ditambahkan ke lingkungan nyata pada masing-masing gedung, berupa *layer* tambahan pada tampilan kamera. Aplikasi ini dapat digunakan sebagai *tour guide* pribadi yang digunakan untuk mengenalkan lingkungan kampus UPI Bumi Siliwangi.

B. Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis dalam pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang dibangun. Dijelaskan kebutuhan data yang digunakan untuk menunjang kebutuhan pada

penelitian dan bagaimana cara mendapatkannya, serta batasan sistem yang dibangun. Pada penelitian ini data yang dibutuhkan meliputi:

1) *Koordinat lokasi*

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu titik koordinat gedung yang dijadikan sebagai *point of interest*. Titik yang digunakan adalah titik perkiraan area depan gedung yang didapatkan pada laman web Google Maps. Titik koordinat lokasi tersebut diperlukan untuk menampilkan objek 3D model tour guide pada penelitian ini.

2) *Data Audio*

Pada setiap model *tour guide* yang muncul, diperlukan adanya data audio yang menjelaskan secara singkat tentang gedung di lokasi tersebut. Data audio didapatkan dengan melakukan perekaman audio tentang gedung tersebut secara singkat menggunakan aplikasi Audacity.

3) *Model 3D*

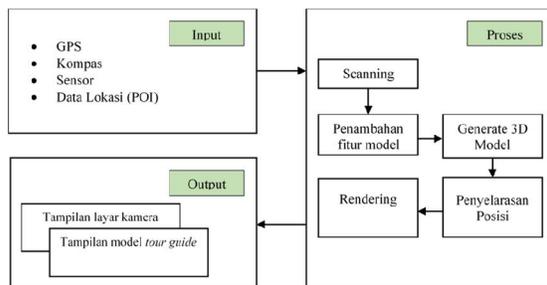
Model 3D yang digunakan sebagai *tour guide* didapatkan dari laman web Mixamo (mixamo.com). Mixamo merupakan penyedia karakter 3D untuk games, film, dan berbagai keperluan lainnya.

C. *Desain Perancangan*

Merupakan proses perancangan aplikasi yang melibatkan identifikasi dan penggambaran langkah-langkah yang akan dikerjakan. Rancangan yang dibangun meliputi:

1) *Desain Arsitektur*

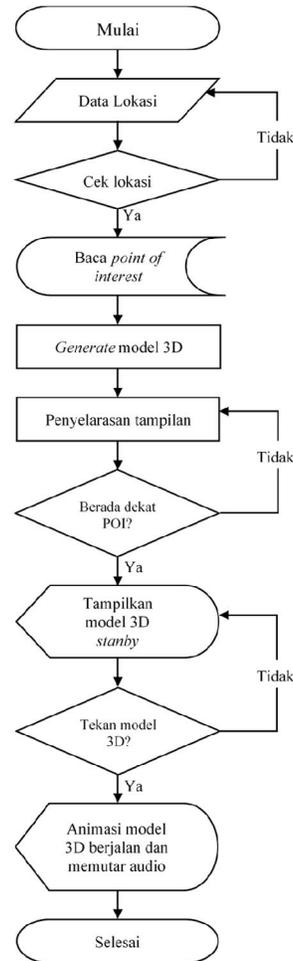
Arsitektur aplikasi yang dikembangkan tergambar dalam gambar 2. Aplikasi akan melakukan pelacakan data lokasi pengguna menggunakan GPS untuk menentukan lokasi pengguna pada map yang dibuat. Aplikasi akan melakukan penyimpanan data lokasi gedung yang ada di UPI. Data lokasi tersebut digunakan untuk menyimpan model *tour guide* pada lokasi yang sesungguhnya. Model *tour guide* yang akan ditampilkan perlu diberi logika untuk berbicara atau diam. Ketika model sudah di *generate*, lalu dilakukan penyesuaian arah agar posisinya sesuai dengan kedudukan pengguna. Kemudian aplikasi akan menampilkan model *tour guide* pada layar kamera.



Gambar 2. Desain Arsitektur

2) *Desain Flowchart*

Proses yang dikerjakan di dalam sistem untuk menghasilkan keluaran yang diharapkan tergambar pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem Aplikasi

Proses tersebut dimulai ketika aplikasi dibuka, maka akan dilakukan pendeteksian lokasi pengguna menggunakan GPS pada perangkat. Kemudian aplikasi akan membaca daftar point of interest, untuk kemudian dilakukan proses generate model 3D. Model 3D yang telah di generate, kemudian dilakukan penyesuaian terhadap orientasi perangkat pengguna, sehingga tampilan menjadi sesuai dengan lingkungan nyata. Pada proses ini dilakukan dengan sensor seperti kompas, *accelerometer*, *gyroscope*, serta melakukan pelacakan *feature point* lingkungan nyata menggunakan *computer vision*.

Aplikasi akan melakukan pengecekan, apakah pengguna berada pada jangkauan objek pada suatu *point of interest*. Jika ya, maka model 3D tour guide akan muncul. Kemudian ketika jarak semakin dekat, akan muncul tulisan pada layar, “Tekan Pemandu untuk

memutar audio”. Jika tidak, maka model akan disembunyikan dari tampilan.

Jika pengguna menekan pada model 3D ketika tampil tulisan “Tekan Pemandu untuk memutar audio”, maka model tersebut akan bergerak seperti sedang berbicara dan akan mengeluarkan suara layaknya seorang tour guide sedang melakukan penjelasan.

Ketika pada state sebelumnya, tampilan layar akan muncul tulisan “Playing <nama POI>”, misalnya seperti “Playing FPTK”. Jika kita menekan pada model 3D, maka model tersebut akan kembali pada pose idle dan berhenti memutar audio.

D. Implementasi

Aplikasi dibangun dengan bahasa pemrograman C# yang diimplementasikan pada Unity3D. Unity3D digunakan sebagai *game engine* karena aplikasi yang dibangun akan menggunakan objek 3D. Untuk pembuatan *augmented reality*, digunakan Mapbox sebagai *framework* yang dapat berjalan pada Unity3D. Mapbox dipilih karena dapat menyediakan peta yang dapat diatur tampilannya. Hal yang dibuat dalam implementasi pada Unity3D ini meliputi sebagai berikut:

1) Proses *scanning*

Bagian ini merupakan kontrol izin pengaksesan lokasi pada perangkat, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui posisi pengguna.

2) Pengaturan animasi pada model 3D

Pada tahap ini dibuat parameter sebagai logika dalam kontrol animasi. Kontrol animasi yang dibuat pada penelitian ini yaitu untuk mengatur kapan animasi berganti dari idle menjadi talking, maupun sebaliknya.

3) *Accept Area Control*

Implementasi ini merupakan pengaturan area yang diizinkan, agar model dapat dilakukan action.

4) *Audio Selector*

Audio informasi yang diputar perlu menyesuaikan dengan lokasi tempat pengguna dan model tour guide berada. Sehingga, implementasi ini untuk menentukan file mana yang harus diputar.

5) *Guide Controller*

Ini merupakan implementasi logika pada model tour guide, sehingga dapat dilakukan action seperti animasi. Bagian ini juga mengatur tampilan label pada layar saat pengguna menekan model tour guide.

6) *Show Area*

Bagian ini berfungsi untuk mengatur area yang diizinkan untuk menampilkan model tour guide. Hal ini bertujuan untuk memastikan hanya model tour guide yang di dalam area dan pengguna berada saja yang dapat tampil.

7) Penempatan POI

Implementasi ini merupakan tahap memasukkan data koordinat point of interest yang telah disiapkan, kemudian ditentukannya model tour guide yang akan ditampilkan.

8) Penyelarasan

Saat aplikasi melakukan generate model tour guide pada layar, perlu dilakukan penyelarasan agar tampilan sesuai dengan posisi dan arah pengguna saat itu.

E. Testing

Masing-masing fungsi yang telah dibuat kemudian dilakukan *testing* pada aplikasi Unity3D. Perlu dilakukan pengecekan apakah aplikasi telah berjalan baik. Ketika aplikasi telah melalui tahap *testing*, maka selanjutnya di *build* untuk dapat dilakukan pengujian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemandu Kampus Berbasis *Augmented Reality*

Dalam pembuatan aplikasi pemandu kampus berbasis *augmented reality* yang digunakan untuk menampilkan model *tour guide* di Universitas Pendidikan Indonesia, dapat dilakukan beberapa langkah yaitu:

- Melakukan pencarian titik koordinat dari masing-masing gedung di Universitas Pendidikan Indonesia sebagai titik ditematkannya model *tour guide*.
- Membuat model 3D untuk masing-masing *point of interest* (POI) yang akan digunakan.
- Melakukan pengimplementasian *location based augmented reality* pada Unity3D dengan Mapbox sebagai *framework augmented reality*.
- Dalam pengoperasian aplikasi pemandu kampus Universitas Pendidikan Indonesia berbasis *augmented reality* yang dibuat, diperlukan spesifikasi perangkat android dengan sistem operasi *Nougat 7.0* dan sudah mendukung aplikasi ARCore.



Gambar 4. Tour Guide pose idle dari jauh (kiri), Label teks "Tekan pemandu untuk memutar audio" (kanan)

B. Pengujian dan Pembahasan

Aplikasi yang telah dibuat kemudian dilakukan pengujian dengan teknik *blackbox*, dimana menguji aspek fungsional perangkat lunak tanpa melihat *coding*. Berikut merupakan hasil pengujian aplikasi pemandu kampus di Universitas Pendidikan Indonesia.

- 1) Pada pengujian pertama, perlu diuji bahwa aplikasi dapat berjalan dan membuka kamera yang digunakan sebagai tampilan antarmuka untuk menunjukkan

lingkungan nyata dan *augmented reality*. Pada pengujian tersebut, aplikasi berhasil menampilkan lingkungan nyata yang ditangkap oleh kamera dengan jelas.

- 2) Pada pengujian kedua, aplikasi diuji untuk dijalankan pada jarak 10 meter dari titik *point of interest*. Pada hasil pengujian, aplikasi berhasil menampilkan *tour guide* yang berada pada titik *point of interest*. Model *tour guide* yang tampil sesuai dengan harapan, yaitu *tour guide* tampil dengan pose *idle* dan arah pandang yang sesuai dengan rancangan, yaitu membelakangi gedung. Hasil pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4 (kiri).
- 3) Pada pengujian ketiga, aplikasi diuji untuk dijalankan pada jarak 5 meter dari titik *point of interest*. Aplikasi berhasil menampilkan label teks “Tekan pemandu untuk memutar audio” pada layar. Model *tour guide* menjadi dapat ditekan oleh pengguna. Hasil pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 4 (kanan).
- 4) Pada pengujian keempat, aplikasi diuji dengan kondisi awal seperti pada point 3 di atas. Model *tour guide* yang ditekan dapat mengganti label teks menjadi “Playing <nama POI>”, memutar audio yang sesuai, dan menjalankan animasi *talking* pada model. Hasil pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 5.
- 5) Pada pengujian kelima, aplikasi diuji dengan kondisi awal seperti pada *point* 4 di atas. Model *tour guide* yang ditekan dapat mengganti label teks menjadi “Tekan pemandu untuk memutar audio” kembali. Animasi yang berjalan pada model kembali menjadi *idle*, dan audio berhenti.



Gambar 5. Label teks "Playing FPTK" dan *tour guide* pose *talking*

- 6) Pada pengujian keenam, aplikasi diuji untuk dilihat dari berbagai sisi. Pada hasil pengujian, aplikasi berhasil menampilkan posisi model yang relatif diam dengan lingkungan nyata pada semua kondisi pada *point* 3-5 di atas.

Dari hasil pengujian tersebut, aplikasi yang dibangun dapat menjalankan fungsi seperti hal yang telah dirancang

sebelumnya. Namun ada beberapa hal yang dapat dijadikan pembahasan.

Keberhasilan aplikasi dalam menampilkan model *tour guide* bergantung pada kehandalan koneksi internet. Hal ini disebabkan karena aplikasi mengakses data GPS untuk mengetahui posisi pengguna, juga dalam interaksi dengan Mapbox yang perlu men-*generate* map sesuai posisi pengguna yang sebenarnya.

Pada uji coba di area *point of interest*, terkadang objek yang ditampilkan tidak terletak pada posisi yang diinginkan, hal ini dapat disebabkan jika titik koordinat yang diambil tidak akurat.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembangunan aplikasi pemandu kampus Universitas Pendidikan Indonesia berbasis *augmented reality* pada perangkat android telah berhasil dilaksanakan. Aplikasi dapat menampilkan model *tour guide* pada tempat yang telah ditentukan berdasarkan data koordinat latitude dan longitude. *Tour guide* yang ditampilkan dapat relatif diam terhadap lingkungan nyata dan melakukan animasi sesuai logika yang diberikan agar tampil layaknya seorang pemandu.

Adapun saran yang penulis berikan untuk pengembangan aplikasi kedepannya yaitu:

1. Adanya penambahan lokasi *point of interest*.
2. Adanya variasi model yang digunakan untuk setiap lokasi *point of interest*.
3. Adanya penambahan logika animasi, agar model *tour guide* terlihat lebih hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Lokasi.” [Online]. Available: <http://www.upi.edu/profil/informasi/lokasi>. [Accessed: 20-May-2020].
- [2] R. T. Azuma, “A survey of augmented reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1997.
- [3] E. G. Poitras, J. M. Harley, and Y. S. Liu, “Achievement emotions with location-based mobile augmented reality: An examination of discourse processes in simulated guided walking tours,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 50, no. 6, pp. 3345–3360, 2019.
- [4] D. Amin and S. Govilkar, “Comparative Study of Augmented Reality Sdk’s,” *Int. J. Comput. Sci. Appl.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–26, 2015.
- [5] A. Safroni, “IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY LOCATION BASED PADA ANDROID,” Skripsi. Universitas Pendidikan

- Indonesia, 2018.
- [6] G. Laksono and E. Fachtur Rohman, "Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Markerless Sebagai Media Pengenalan Gedung Universitas Kanjuruhan Malang," *Malang*.
- [7] A. Rahman, Ernawati, and F. F. Coastera, "RANCANG BANGUN APLIKASI INFORMASI UNIVERSITAS BENGKULU SEBAGAI PANDUAN PENGENALAN KAMPUS MENGGUNAKAN METODE MARKERLESS AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID," *J. Rekursif*, vol. 2, no. 2, pp. 63–71, 2014.
- [8] D. Kurniawan, A. R. Irawati, and A. Yulianto, "Implementasi Teknologi Markerless Augmented Reality Berbasis Android sebagai Media Pengenalan Gedung-Gedung di FMIPA Universitas Lampung," pp. 95–102, 2015.
- [9] I. Permana, O. D. Nurhayati, and K. T. Martono, "Location Based Service sebagai Penunjuk Lokasi Hotel di Kota Semarang Berbasis Augmented Reality," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 4, p. 461, 2015.
- [10] R. Safitri, M. Rizky Syahferi Aswan, and F. N. Prawita, "Find Campus as a Mobile Augmented Reality Apps For Searching College Location," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 140–147, 2018.
- [11] E. Y. Pradana, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Penunjuk Arah Lokasi Bangunan Bersejarah Kota Medan Menggunakan Markerless GPS Based Tracking," Skripsi. Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [12] I. Al Fikri, "Aplikasi Navigasi Berbasis Perangkat Bergerak dengan Menggunakan Platform Wiktitude untuk Studi Kasus Lingkungan ITS," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, pp. 48–51, 2016.
- [13] B. K. Seo, K. Kim, and J. Il Park, "Augmented reality-based on-site tour guide: A study in Gyeongbokgung," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 6469 LNCS, no. PART 2, pp. 276–285, 2011.
- [14] C. C. Chiu, W. J. Wei, L. C. Lee, and J. C. Lu, "Augmented reality system for tourism using image-based recognition," *Microsyst. Technol.*, vol. 2, 2019.
- [15] C. Boletsis and D. Chasanidou, "Smart tourism in cities: Exploring urban destinations with audio augmented reality," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 515–521, 2018.
- [16] S. Yudhistira, A. Riyantomo, and Mustagfirin, "AUGMENTED REALITY MEDIA PENDUKUNG PENGENALAN KAMPUS UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG," pp. 140–145, 2015.
- [17] N. H. Indra Setiawan, "Implementasi Teknologi 3D Augmented Reality Untuk Pemetaan Kampus Uniska Mab," *Technologia*, vol. 10, no. 4, pp. 238–243, 2019.
- [18] R. S. Pressman, *Software Engineering: A PRACTITIONER'S APPROACH 5th ed.* 2001.