

## AUGMENTED REALITY PELACAK LOKASI PUSTAKA DENGAN AR MARKER

Mardiana<sup>\*1</sup>, Meizano Ardhi Muhammad<sup>2</sup>, Wahyu Eko Sulistiono<sup>3</sup>, Gita Paramita Djausal<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Lampung

<sup>4</sup> Program Studi Hubungan Internasional, Universitas Lampung

Email: <sup>1</sup>mardiana@eng.unila.ac.id, <sup>2</sup>meizano@eng.unila.ac.id, <sup>3</sup>eko@eng.unila.ac.id, <sup>4</sup>gitadjausal@gmail.com

\*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 05 Desember 2018, diterima untuk diterbitkan: 13 Januari 2020)

### Abstrak

Teknologi *Augmented Reality* (AR) saat ini banyak digunakan untuk penyebaran informasi dan bahkan untuk transaksi pada pelayanan yang bersifat publik. Teknologi ini sudah cukup dikenal oleh masyarakat luas, bersamaan dengan dikenalnya teknologi *Virtual Reality* (VR) yang banyak digunakan pada permainan (game). Pengunjung Perpustakaan, terutama di Universitas, sebagian besar merupakan masyarakat dengan kategori generasi *digital native*. Untuk menemukan lokasi buku, waktu yang dibutuhkan oleh pengunjung perpustakaan biasanya relatif lama dan sangat tergantung dari pengalaman kunjungan atau frekuensi pencarian yang dilakukan. Pengunjung perpustakaan memerlukan aplikasi yang memudahkan mereka melacak dan menemukan lokasi koleksi pustaka yang dicari, dengan menggunakan ponsel cerdas mereka. Sistem otomatisasi perpustakaan yang ada membantu menyediakan informasi lokasi pustaka yang harus direlasikan sendiri oleh pengunjung perpustakaan terhadap tempat di gedung perpustakaan. AR memungkinkan informasi tersebut disematkan di dunia nyata, sehingga memudahkan pencarian pustaka. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak layanan perpustakaan yang dapat membantu pengunjung menemukan lokasi buku dengan memanfaatkan teknologi AR dan berbasis *AR Marker*. Ruang lingkup pengembangan aplikasi ini menggunakan metode rekayasa perangkat lunak RAD. Aplikasi dikembangkan menggunakan metode *template matching* dan algoritma A\* untuk *pathfinding*. Skema layanan data pada aplikasi terdiri dari empat bagian, yaitu OPAC (*Online Public Access Catalog*), deteksi lokasi, *pathfinding* dan navigasi. Lokasi yang dipetakan adalah gedung Perpustakaan Universitas Lampung yang terdiri dari 3 lantai. Hasil dari penelitian ini berupa realisasi perangkat lunak menggunakan teknologi AR yang dapat memvisualisasikan arah menuju lokasi pustaka. Pengujian aplikasi dilakukan dengan skenario (a) pencarian Pustaka dengan OPAC, (b) mendeteksi lokasi (AR), (c) komputasi Pathfinding, (d) menampilkan marker, dan seluruhnya memperoleh hasil yang sesuai dengan *requirement*. Waktu komputasi pada perangkat AR diukur terhadap proses algoritma A\*, generasi marker, dan total keseluruhan. Total waktu komputasi yang diperlukan adalah rata-rata 37,379 ms, modus 44 ms, dan median 38 ms. Secara keseluruhan waktu komputasi berada di bawah nilai batas TTI 50 ms. Hasil survei menunjukkan lebih dari 70% pengunjung perpustakaan memiliki *User Experience* (UX) yang Baik dan Sangat Baik.

**Kata Kunci** : *Augmented Reality, Pelacak Lokasi, Navigasi, Perpustakaan, AR Marker, Template Matching*

## AUGMENTED REALITY BOOK LOCATION TRACKING USING AR MARKER

### Abstract

*Augmented Reality technology is now extensively being used to distribute information and even in transaction on public service. This technology is already well known, along with the Virtual Reality technology which is often used in game application. Library visitors, especially in universities, are mostly people categorized as digital native. To find a book location, the time needed by the visitors is generally high, which depends mostly on visitation experience or searching frequency. Therefore, visitors need an application that helps them to find the location of the library collection, with their smartphones. Library automation system helps to provide collection location information that library visitors must relate themselves to places in library building. AR allows this information to be embedded in the real world, making it easier for library searches. This research aims to develop software for library service that helps visitors finding book location by employing AR technology and based on AR Marker.*

The scope of this development is using RAD software engineering method. The application is developed using template matching method and algorithm A\* for pathfinding. There are four parts of data service scheme: OPAC (Online Public Access Catalog), location detection, pathfinding, and navigation. Location of is the building of Universitas Lampung's library, which consists of 3 floors. The result of this research is software realization using AR technology which can visualize the direction to the location of the collection. The application testing uses the scenarios: (a) finding collection using OPAC, (b) detecting location (AR), (c) computing pathfinding, (d) showing marker, and overall it achieves result as the requirement. Computation time on AR devices is measured against the process of algorithm A \*, marker generation, and overall computing. The total computational time needed is an average of 37,379 ms, 44 ms mode, and a median of 38 ms. Overall computing time is below the 50 ms TTI limit value. The survey results show that more than 70% of library visitors have a Good and Very Good User Experience (UX).

**Keywords:** *AugmentedReality, LocationTracking, Library, AR Marker, Template Matching*

---

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi *AugmentedReality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan benda maya 2 dimensi dan ataupun 3 dimensi ke dalam realitas (lingkungan nyata). Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, AR sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan (Haller, 2007). AR, umumnya, adalah teknologi yang menyematkan gambar yang dihasilkan komputer di atas pandangan pengguna tentang dunia nyata, sehingga memberikan tampilan komposit atau dengan kata lain membuat tambahan informasi yang melekat pada dunia nyata (Dalim, 2017). Teknologi ini dapat digunakan pada perangkat seperti ponsel cerdas dan digunakan dalam berbagai bidang seperti untuk pengenalan koleksi museum (Brata, 2018), bidang pendidikan, kesehatan, militer, industri manufaktur dan sebagainya.

Saat ini teknologi AR telah berkembang pesat seiring dengan banyaknya aplikasi-aplikasi pendukung yang banyak terdapat pada ranah *e-commerce* dan *marketplace*. Dikalangan anak muda sebagian besar familiar dengan aplikasi *augmented reality* seperti: *Marvel AR*, *Star Wars Augmented Reality App*, dan *Google Translate Augmented Reality* (Sudiar, 2016). Namun demikian pemanfaatannya AR pada bidang perpustakaan masih belum marak.

Penggunaan navigasi dalam ruangan saat ini dianggap hal yang memiliki tantangan lebih dibanding navigasi di luar ruangan. GPS (*Global Positioning System*) cukup baik untuk navigasi luar ruangan melalui trilaterasi dari gelombang satelit yang terhubung. Tetapi ketika digunakan di dalam ruangan, sinyal satelit mengalami gangguan dan tidak dapat bekerja optimal karena LOS (*Line of Sight*) dengan satelit terhalang oleh dinding (Curran, 2011). Hasil penelitian perbandingan perangkat navigasi dalam ruangan (Gupta, 2018) menunjukkan bahwa AR dapat menjadi metode yang paling murah dan mudah untuk sistem navigasi dalam ruangan karena hanya memerlukan citra untuk mekanisme pelacakan ruangan. Sedangkan, perangkat navigasi GPS, Wi-Fi, Bluetooth, dan VLC (*Visible Light Communication*) memerlukan adanya *beacon* (pemancar) menggunakan gelombang yang rentan terhadap dinding, bahkan VLC dipengaruhi oleh perubahan tingkat cahaya. Di sisi lain, menyediakan *interface* yang ramah-pengguna

dalam sistem navigasi adalah sangat penting agar dapat mengurangi kesalahan-kesalahan navigasi tersebut. Hal tersebut sama pentingnya dengan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk memahami penyajian informasi navigasi tersebut (Jang, 2012).

Sistem navigasi dalam ruangan, seperti halnya pada perpustakaan, menjadi sangat penting dimiliki untuk menunjukkan lokasi koleksi pustaka. Hal ini disebabkan karena waktu yang dibutuhkan oleh pengunjung perpustakaan untuk menentukan lokasi buku atau lokasi koleksi pustaka relatif lama. Biasanya akan sangat tergantung dari pengalaman kunjungan atau frekuensi pencarian yang dilakukan oleh pengunjung (Mahadik, 2016). Pelacakan lokasi dalam ruangan menggunakan teknologi *Augmented Reality* berbasis *AR Marker* merupakan pendekatan yang sesuai karena berbasis *marker* yang ada di dalam gedung dan cukup menggunakan kemampuan ponsel cerdas pada *tier mid-end*. Hal ini menjawab kesulitan penggunaan GPS untuk navigasi atau pelacakan lokasi dalam ruangan, karena satelit yang terhalang dinding.

Jika tersedia sistem aplikasi dengan *Augmented Reality* menggunakan *AR Marker*, sistem dapat membantu memvisualisasikan arah lokasi koleksi pustaka. Selain memudahkan pengguna, proses pencarian pustaka bisa menjadi pengalaman kunjungan yang menyenangkan. Pengembangan sistem harus dapat dikembangkan dengan cara yang efektif dan efisien dengan menggunakan metode rekayasa perangkat lunak dan teknologi terkini.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi untuk layanan perpustakaan yang memanfaatkan teknologi AR dan berbasis *AR Marker*. Aplikasi AR ini diimplemetasikan pada UPT Perpustakaan Universitas Lampung (Unila) untuk membantu pengguna perpustakaan melacak lokasi buku atau koleksi perpustakaan.

Konsep teknologi AR telah digunakan oleh perpustakaan di luar negeri seperti Universitas Miami yaitu sebagai alat bantu pustakawan dalam melakukan penjurangan (*shelving*) buku (Hahn, 2012). Teknologi AR dan VR juga merupakan solusi pembelajaran bagi *digital native* (Massis, 2015). Penerapan AR pada perpustakaan yang memiliki banyak keuntungan dan hal-hal yang paling banyak disarankan oleh pengguna adalah penggunaan

teknologi tersebut untuk layanan konten, informasi dan promosi (Santos, 2017) dan untuk upaya *outreach*, pemasaran, dan teknologi pemrograman bagi pengguna perpustakaan (Avila, 2017).

Penelitian berkaitan dengan penerapan AR menggunakan *marker* baik *multiple* dan *singlemarker* banyak dilakukan dalam berbagai bidang, seperti halnya (Baratoff, 2002) yang menggunakan *multiple marker* dalam implementasi pada bidang industri. Pada (Afissunani, 2011) yang menggunakan *multiple marker*, implementasi dilakukan pada *MagicBook*. Kedua penelitian tersebut tidak secara jelas menyebutkan metode yang digunakan. Sedangkan untuk metode *template matching*, (Yang, 2011) menggunakan *single marker* dan implementasi AR untuk pengenalan benda.

Merujuk dari penelitian-penelitian terdahulu, maka penelitian ini membahas tentang teknologi AR dengan *AR Marker* yang menggunakan metode *template matching* dan algoritma *A\**, serta implementasi pada pelacakan lokasi pustaka. Penerapan AR untuk memberikan visualisasi yang bagus, efisien, dan imajinatif dalam teknologi digital yang digunakan.

## 2. METODE

Ruang lingkup pengembangan aplikasi ini menggunakan metode rekayasa perangkat lunak *Rapid-Application Development (RAD)* (Pressman, 2010). Aplikasi yang akan dikembangkan menggunakan *AR Marker* dengan metode *template matching* dan algoritma *A\**. Implementasi aplikasi AR akan menggunakan lokasi koleksi buku yang ada di Perpustakaan Unila dan lokasi lainnya sesuai masukan dari pengguna. Hasil penelitian ini akan membantu memvisualisasikan arah lokasi koleksi pustaka sehingga memudahkan pengguna dalam pencarian koleksi. Poin penting penelitian yang menjadi perhatian pada pengembangan aplikasi ini sesuai dengan metode RAD adalah sebagai berikut :

### 1. Requirement Planning

- Skenario pemakaian harus dipertimbangkan mengingat bahwa ada dua model perangkat ponsel cerdas berdasarkan kebutuhan sensor *DOF (Depth of Field) Augmented Reality*, yaitu dengan sensor *DOF* atau tanpa sensor *DOF*. Sensor yang diharapkan ada adalah sensor *gyro* atau magnet.
- Data yang dimodelkan menggunakan data pustaka yang tersedia di sistem otomasi perpustakaan Unila.
- Pemetaan lokasi gedung perlu dilakukan, dan dibuat model 3 dimensi.

### 2. User Design

- *User Experience* dalam menggunakan ponsel cerdas untuk menggunakan aplikasi harus menjadi prioritas.
- Menggunakan konsep *Time to Interactive (TTI)* (Web Incubator CG, 2018), aplikasi harus dibuat responsif terhadap interaksi pengguna tanpa adanya keraguan dalam fungsional sistem.

### 3. Construction

- Pengembangan aplikasi diutamakan menggunakan teknologi web dasar, yaitu *HTML5*, *CSS*, *Javascript* dengan dukungan *framework A-Frame*.

- Fungsional yang prioritas adalah pembacaan *marker* dan penarikan data melalui *API* pada sistem otomasi perpustakaan.

### 4. Cutover

- Syarat-syarat untuk melakukan *cutover* ditentukan oleh pencapaian kebutuhan fungsional dan non fungsional.
- Dalam setiap *milestone* dinilai ulang apakah diperlukan perbaikan iteratif atau *cutover* telah dicapai.

Skenario pemakaian aplikasi *Augmented Reality* Pelacak Lokasi Pustaka dengan *AR Marker* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skenario penggunaan Aplikasi AR

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan akan diuraikan sesuai dengan empat tahapan pada metode *RAD*. *CASE (Computer Aided Software Engineering) Tools* yang digunakan *Git*, *Visual Studio Code*, *Internet Browser Chromium*, pustaka *A-Frame* dan *Unity3D Game Engine*.

### 3.1. Requirement Planning

- Kebutuhan Aplikasi

Aplikasi harus dapat dijalankan pada perangkat pengguna. Target perangkat pengguna adalah ponsel cerdas atau smartphone. Agar aplikasi dapat berjalan pada sebagian besar pengguna, spesifikasi kebutuhan aplikasi ponsel cerdas berada pada tingkat *low-tier* dan *mid-tier* ponsel cerdas. Berarti kemungkinan besar sensor seperti *gyroscope* atau kamera dengan sensor cahaya dan resolusi tinggi mungkin tidak dapat dipenuhi oleh perangkat yang dimiliki sebagian besar pengguna. Sehingga, pemilihan AR visual kepada yang menggunakan *marker*. Pengenalan *marker* biasanya menggunakan *feature matching* dan *template matching*. Agar lebih optimal dalam pengenalan obyek digunakan *template matching* yang membutuhkan komputasi lebih rendah.

*Library augmented reality* yang menggunakan *template matching* untuk pengenalan pola adalah *ARToolkit*. Dan, implementasinya pada web adalah *AR.js*

yang menggunakan a-frame untuk *rendering* obyek. Sehingga, dipilih *library* AR.js untuk menampilkan AR untuk kebutuhan teknologi pendukung aplikasi.

Berdasarkan target pengguna, perangkat ponsel cerdas diupayakan menggunakan *marker* agar perangkat yang tidak memiliki sensor DOF dapat menjalankan aplikasi. Perpustakaan yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah Perpustakaan Unila. Lokasi yang dipetakan adalah gedung Perpustakaan Unila yang terdiri dari 3 lantai. Pengguna dapat melakukan navigasi menuju ke pustaka yang dicari berdasarkan hasil pencarian dari OPAC (*Online Public Access Catalog*). OPAC pada Perpustakaan Unila menggunakan sistem otomasi Slims (SLiMS, 2018) sebagai dasar sistem.

- Kebutuhan fungsional pengguna
  - (a). Pengguna dapat melakukan navigasi menuju ke pustaka yang dicari berdasarkan hasil pencarian dari OPAC.
  - (b). Pengguna dapat menggunakan ponsel yang dimilikinya untuk mengetahui posisi dan arah yang harus dituju yang dibantu melalui penggunaan *augmented reality* dengan *marker*.



Gambar 2. Diagram Use Case

- Gambaran Proses pencarian Pustaka
 

Proses pencarian Pustaka dimulai dari OPAC, mengetahui lokasi terhadap pustaka, menentukan jalan yang dilalui, dan berjalan menuju lokasi pustaka, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3 berikut.



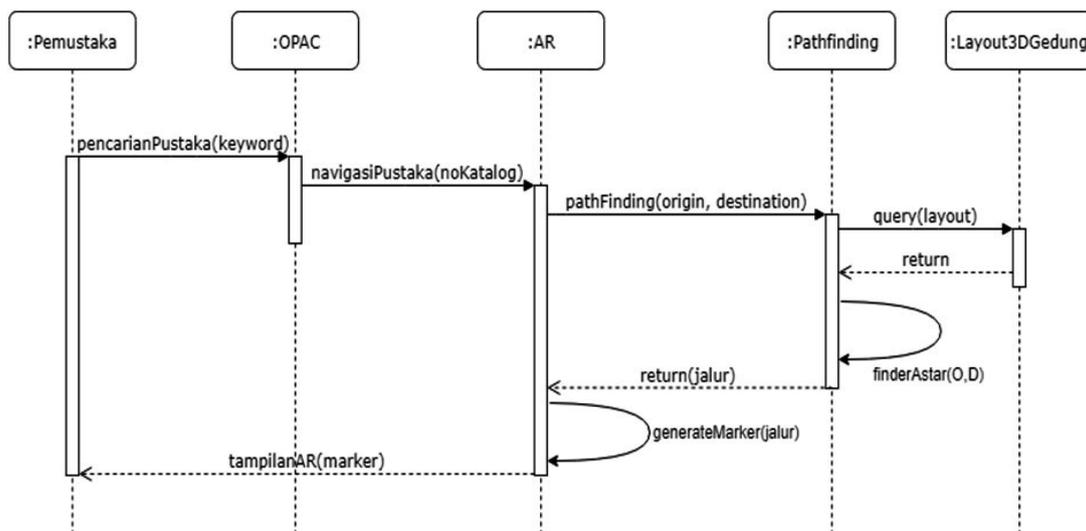
Gambar 3. Proses pencarian Pustaka

### 3.2. User Design

- Skema Layanan Data
 

Skema layanan data, seperti yang terdapat pada gambar 5, terdiri dari empat bagian, yaitu OPAC, deteksi lokasi, *pathfinding*, navigasi. *Augmented Reality* Pelacak Lokasi Pustaka dengan *AR Marker* bertindak sebagai API antara aplikasi dan *database*. Setiap bagian dari sistem tersebut diproses secara dinamis setiap kali ada permintaan untuk pencarian pustaka.
- Rancangan *Query*

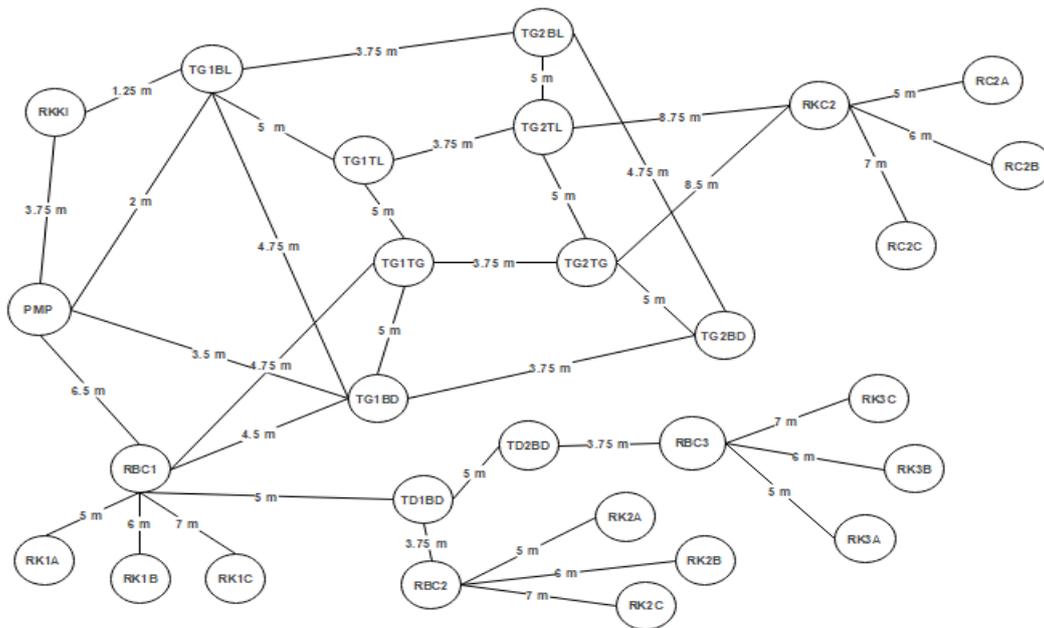
Proses permintaan data secara rinci dapat dilihat sebagai tahapan dengan permintaan bertingkat. Dalam hal ini, aplikasi melakukan kegiatan bertahap, yaitu pemustaka mencari lokasi pustaka melalui OPAC, deteksi lokasi oleh AR, komputasi *pathfinding*, dan menjalankan aplikasi. Gambar 4. memperlihatkan *sequence diagram* aplikasi.



Gambar 4. Sequence Diagram



Gambar 5. Skema Layanan Data



Gambar 6. Graph Diagram

- Rancangan *Pathfinding*  
 Dalam melakukan *pathfinding*, diperlukan pemetaan terhadap node-node yang menjadi bagian dari jalur yang tersedia. Penggunaan *graph* dilakukan karena dapat mengakomodasi peta dengan sederhana dan tidak terpaku terhadap koordinat, yang dipentingkan adalah relasinya. *Graph* dari aplikasi dapat dilihat pada gambar 6.

**3.3. Construction**

- Modifikasi OPAC  
 Pada sistem otomatisasi OPAC, karena sudah menyimpan nomor panggil dan klasifikasi dari pustaka, hal ini dapat dimanfaatkan sebagai trigger lokasi untuk sistem *pathfinding* dan AR. Kode yang diubah adalah

yang berada pada halaman detail pustaka. Modifikasi dilakukan terhadap halaman detail pustaka, semantik yang diganti adalah div yang berada di dalam grup yang sama dengan label key No. Panggil. Perubahan dilakukan melalui penambahan kode untuk *hyperlink* dan visualisasi dalam bentuk tombol. Halaman detail pustaka menjadi memiliki tombol pada No. Panggil untuk dapat menjalankan navigasi pustaka, seperti yang terdapat pada gambar 7. Tombol tersebut akan mengirim data no katalog ke aplikasi AR.



**Gambar 7.** Hasil modifikasi halaman detail pustaka pada opac.unila.ac.id

- Deteksi Lokasi (AR)  
 Deteksi lokasi AR menggunakan *even listener* yang mendeteksi terjadinya event *found marker*. Data dari event *found marker* dikirim ke *pathfinding* bersama dengan lokasi pustaka yang berasal dari OPAC.

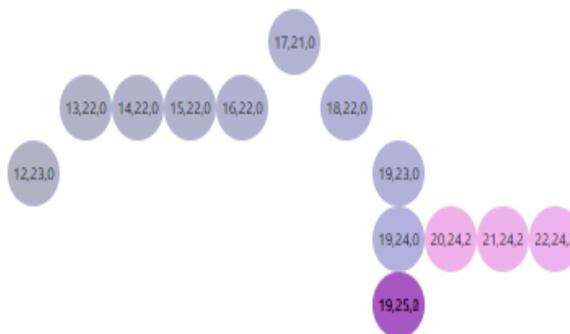


**Gambar 8.** Deteksi Lokasi

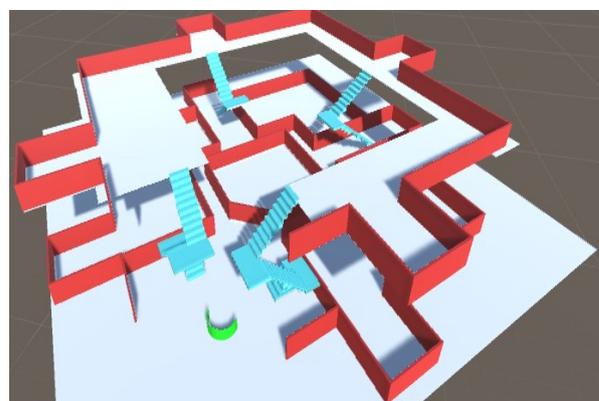
- *Pathfinding A\**  
*Pathfinding* dalam menentukan jalur yang harus ditempuh pemustaka untuk mencapai pustaka harus mempertimbangkan bahwa komputasi harus dilakukan dengan cepat tetapi tetap memberikan jalur yang optimal. Mengakomodasi hal tersebut, dipilih algoritma *A\** yang melakukan pencarian berdasarkan jalur terpendek pertama (SPF, *shortest path first*) yang menggunakan pembebanan berdasarkan jarak dari tiap titik (Arongranberg, 2018).  
 Visualisasi dari hasil pencarian dibuat dengan menggambarkan setiap titik sebagai warna dari tingkat gelap ke cerah dan diposisikan berdasarkan koordinatnya. Visualisasi pencarian dapat dilihat pada gambar 9. *Query* melalui parameter GET diberikan melalui dua key, yaitu: origin dan destination. Contoh: `?origin=PMP&destination=RBC3`.

- Pemodelan 3D  
 Untuk memudahkan navigasi, tampilan desain perpustakaan Unila dibuat dengan tampilan tiga dimensi (3D) menggunakan *game engine* Unity 3D (Craighton, 2011). Desain 3D digunakan untuk penggambaran perpustakaan dan menentukan posisi pengunjung yang

ada diperpustakaan. Desain disesuaikan dengan bangunan pada Perpustakaan Unila. Perancangan juga menggunakan NPC (*Non Player Character*) yang akan mencari titik tujuannya secara acak dan akan mengulangi proses ini setelah sampai dititik tujuan.



**Gambar 9.** Visualisasi *Pathfinding*



**Gambar 10.** Visualisasi 3D

Menampilkan *Marker*

*Marker* disusun berdasarkan jalur yang telah diberikan oleh *pathfinding*. Setiap *marker* disesuaikan arah panahnya secara dinamis. Gambar contoh dari *marker* dapat dilihat pada Tabel 1. berikut :

**Tabel 1.** Lokasi dan Marker

Lokasi	Marker
## RB3 : Ruang Baca Tiga   MARKER 25	

Berdasarkan *marker* yang tersedia, informasi disematkan kepada *marker* yang ada sesuai dengan urutannya pada jalur.

- Pengujian  
 Setiap ada permintaan navigasi ke pustaka, proses dilakukan bertahap mulai dari pencarian pustaka dengan OPAC, mendeteksi lokasi (AR), melakukan komputasi *pathfinding*, dan menampilkan *AR Marker* yang pada tahapannya menghasilkan data secara dinamis tergantung kepada permintaan pengunjung perpustakaan. Misal, pengunjung mencari Buku Ilmu Tanah melalui OPAC, OPAC memberikan informasi bahwa buku berada di Rak kedua di lantai 3 (RAK3B). Sistem kemudian meminta

pengunjung untuk memindai *AR Marker* terdekat untuk mengetahui posisi pengunjung, sistem kemudian melakukan komputasi *pathfinding* dan melakukan generasi *marker* yang kemudian ditampilkan melalui tampilan pada perangkat ponsel pengunjung berdasarkan posisi *AR Marker* terhadap tujuan. Setiap *AR Marker* akan menampilkan arah yang berbeda relatif terhadap posisi ke *AR Marker* berikutnya.

Berikut Skenario Pengujian dan hasil yang diperoleh pada pengujian aplikasi.

**Tabel 2.** Skenario dan Hasil Pengujian

No.	Skenario Pengujian	Hasil
1	Pencarian Pustaka dengan OPAC	Sesuai
2	Mendeteksi lokasi (AR)	Sesuai
3	Komputasi <i>Pathfinding</i>	Sesuai
4	Menampilkan <i>marker</i>	Sesuai

Pengujian nomor 1 Pencarian Pustaka dengan OPAC setelah dilakukan pencarian dilanjutkan menekan tombol untuk mengaktifkan AR pelacakan lokasi pustaka (dapat dilihat pada Gambar 7). Mendeteksi lokasi serta melakukan komputasi *Pathfinding* dan menampilkan *AR Marker* diproses di dalam sistem secara kontinyu. Gambar 11 dan Gambar 12 hasil dari proses sistem.



**Gambar 11.** Penunjuk Arah melalui *Marker*



**Gambar 12.** Penanda pada Rak yang dituju

Waktu komputasi pada perangkat AR diukur terhadap proses algoritma A\*, generasi marker, dan total keseluruhan. Pada proses algoritma A\* didapatkan rata-rata 3,724 ms, modus 2ms, dan median 4ms. Pada proses generasi marker didapatkan rata-rata 33,655 ms, modus 39 ms, dan median 34ms. Total waktu komputasi yang diperlukan adalah rata-rata 37,379 ms, modus 44 ms, dan median 38ms. Waktu komputasi berada di bawah nilai batas TTI 50 ms (Web Incubator CG, 2018).

- Iterasi setiap ada perubahan

Dalam melakukan pengontrolan pekerjaan, digunakan *Version Control System GIT* untuk menjamin bahwa setiap tahapan yang krusial terekam oleh sistem dan dapat dilakukan pengembalian tahap jika diperlukan, terutama jika terjadi *bug* dan pengembalian kondisi awal.

- Iterasi 1: inisial
- Iterasi 2: Modifikasi OPAC
- Iterasi 3: Deteksi dan pengenalan *marker*
- Iterasi 4: BUGFIX
- Iterasi 5: BUGFIX
- Iterasi 6: Algoritma *Pathfinding A\**
- Iterasi 7: BUGFIX
- Iterasi 8: BUGFIX
- Iterasi 9: BUGFIX
- Iterasi 10: Menampilkan *Marker*
- Iterasi 11: Pengubahan Orientasi Panah
- Iterasi 12: BUGFIX
- Iterasi 13: *Testing*
- Iterasi 14: BUGFIX
- Iterasi 15: *Testing*

- Tanggapan Pengguna

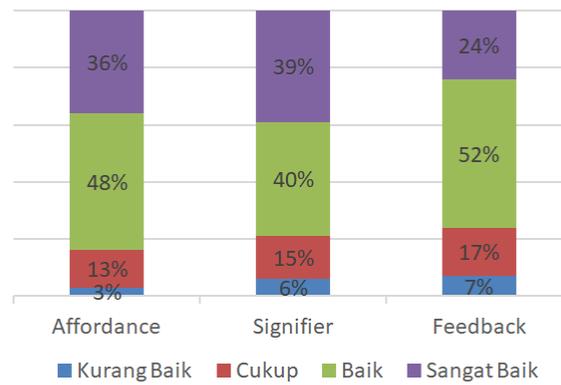
Dalam menjamin bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengunjung Perpustakaan, dilakukan survei terhadap tanggapan pengguna yang diukur terhadap tiga komponen User Experience (UX), yaitu: *affordance* (kelayakan), *signifier* (penanda), dan *feedback* (umpan balik) dengan 4 tingkat skala pengukuran dari Kurang Baik, Cukup, Baik, dan Sangat Baik (Arifin, 2018).

Survei dilakukan terhadap 30 pengunjung Perpustakaan yang dipilih secara acak. Tanggapan pengguna terhadap sistem pada kategori penilaian Baik dan Sangat Baik berada di atas 70%.

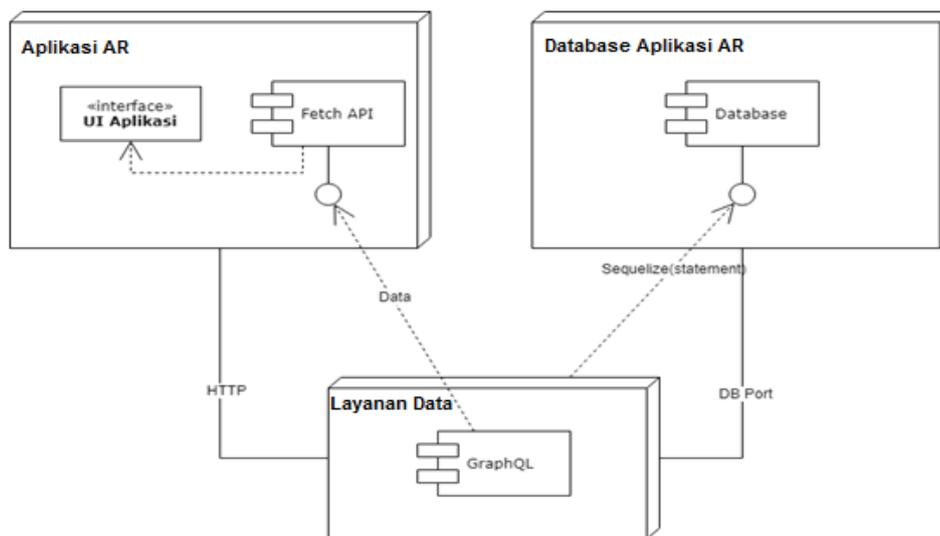
### 3.4. Cutover

- *Deployment* diagram

*Deployment* diagram pada Gambar 14 menunjukkan keterkaitan antara ketiga komponen, yaitu aplikasi, layanan data, dan *database*. Jalur komunikasi yang digunakan antara aplikasi dan GraphQL adalah HTTP. Dan, jalur komunikasi yang digunakan antara GraphQL dan *Database* adalah *port database*, dalam hal ini 3306 yang diakses melalui *sequelize*.



Gambar 13. Tanggapan Pengguna



Gambar 14. Deployment Diagram

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan aplikasi AR menggunakan *AR Marker* yang dapat memvisualisasikan arah menuju lokasi pustaka yang dicari. Aplikasi AR dikembangkan dengan memerhatikan target perangkat ponsel pengguna umumnya pada tahap *requirement planning*, sehingga aplikasi menggunakan *marker* agar perangkat ponsel cerdas yang tidak memiliki sensor DOF tetap dapat menjalankan aplikasi ini. Aspek *user experience* dipertimbangkan pada tahap *User Design*, sehingga aplikasi dapat dikembangkan sesuai dengan harapan pengguna yang menunjukkan tanggapan di atas 70% untuk kategori Baik dan Sangat Baik. Pengujian aplikasi dilakukan dengan skenario pencarian pustaka dengan OPAC, mendeteksi lokasi, komputasi *pathfinding*, menampilkan *marker* dan seluruhnya memperoleh hasil yang sesuai dengan *requirement*. Waktu komputasi pada perangkat AR diukur terhadap proses algoritma A\*, generasi *marker*, dan total keseluruhan dan diperoleh hasil yang baik yaitu berada di bawah nilai batas TTI 50 ms.

#### DAFTAR PUSTAKA

AFISSUNANI, A., SALEH, A., ASSIDIQI, M. H., 2011. Multi Marker Augmented Reality Untuk Aplikasi

MagicBook. Tersedia di : [http://repo.pens.ac.id/1092/1/paper\\_afis.doc.pdf](http://repo.pens.ac.id/1092/1/paper_afis.doc.pdf) > [Diakses 2 Mei 2018]

ARIFIN, Y., SASTRIA, T. G., BARLIAN, E., 2018. User Experience Metric for Augmented Reality Application: A Review. *Prosiding 3rd International Conference on Computer Science and Computational Intelligence 2018*. *Procedia Computer Science*, Vol. 135, pp. 648-656.

ARONGRANBERG., 2018. Get Started with the A\* Pathfinding Project. Tersedia di : <https://arongranberg.com/astar/docs/getstarted.php> > [Diakses 29 Agustus 2018]

AVILA, S., 2017. Implementing Augmented Reality in Academic Libraries. *Public Services Quarterly*, 13:3, pp. 190-199.

BARATOFF, G., NEUBECK, A., REGENBRECHT, H., 2002. Interactive Multi-Marker Calibration for Augmented Reality Applications Mixed and Augmented Reality. *ISMAR International Symposium*, pp. 107-116.

BRATA, K.C., BRATA, A. H., PRAMANA, Y. A., 2018. Pengembangan Aplikasi Mobile Augmented Reality Untuk Mendukung Pengenalan Koleksi Museum. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. Vol.5, No.3, Agustus 2018, hlm. 347-352.

- CRAIGHTON, R.H., 2011. *Unity 3D Game Development by Example*. Birmingham: Packt Publishing.
- CURRAN, K., FUREY, E., LUNNEY, T., SANTOS, J., WOODS, D., MCCAUGHEY, A., 2011. An evaluation of indoor location determination technologies. *Journal of Location Based Services*. Vol. 5 No. 2, pp. 61-78.
- DALIM, C.S.C., KOLIVAND, H., KADHIM, H., SUNAR, M.S., BILLINGHURST, M., 2017. Factors Influencing the Acceptance of Augmented Reality in Education: A Review of the Literature. *Journal of Computer Science* Vol. 13 No. 11, pp. 581-589.
- GUPTA, A., BHATIA, K., GUPTA, K., VARDHAN, M., 2018. A Comparative Study of Marker-Based and Marker-Less Indoor Navigation in Augmented Reality. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 05 No. 04., pp.3569-3572.
- HAHN, J., 2012. Mobile augmented reality applications for library services. *New Library World*. Vol. 113 Iss: 9/10, pp.429 – 438
- HALLER, M., BILINGHURST, M.T., BRUCE, H., 2007. *Emerging Technologies of Augmented Reality : Interfaces and Design*, Idea Group Inc (IGI).
- JANG, S. H., 2012. A QR Code-based Indoor Navigation System Using Augmented Reality, *Conference on Geo Graphhic Information Science*. USA.
- MAHADIK, A.A., KATTA, Y., NAIK, R., NAIKWADE, N., SHAIKH, N. F., 2016. A review of Augmented Reality and its application in context aware library system. *International Conference on ICT in Business Industry & Government*, pp. 1-6.
- MASSIS, B., 2015. Using virtual and augmented reality in the library. *New Library World*, Vol. 116 Iss 11/12, pp. 796 – 799.
- PRESSMAN, R. S., 2010, *Software Engineering : A practitioner's Approach*, Seventh Edition. New York: McGraw-Hill.
- SANTOS, J. F., BETAN, E., MARIA, S., 2017. Advantages and Challenges of Using Augmented Reality for Library Orientations in an Academic/ Research Library Setting. *Proceedings of the IATUL Conferences*. Paper 7.
- SLiMS, *Senayan Library Management System*, 2018. Tersedia di : <<http://slims.web.id/web/>> [Diakses 3 Maret 2018]
- SUDIAR, A. A., SATRIO, A. P., STAMBOEL, P. A.I.A., 2016. *Pengembangan Bisnis Model Virtual Reality & Augmented Reality Platform di Bidang E-Commerce*. Thesis Pasca Sarjana, Manajemen, Binus Jakarta.
- Web Incubator CG, 2018. *Time to Interactive Explainer*. Tersedia di : <<https://github.com/WICG/time-to-interactive>> [Diakses 29 Oktober 2018]
- YANG, R., 2011. The study and improvement of Augmented reality based on feature matching. *Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, IEEE 2<sup>nd</sup> International Conference, pp. 586-589.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*