

RANCANG BANGUN APLIKASI MARP UNTUK WAYFINDING GEDUNG DAN RUANGAN DI POLINEMA

Muhammad Shulhan Khairy¹, Laduni Estu Syalwa², Usman Nurhasan³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
corresponding author email: khairy@polinema.ac.id¹

Abstrak

Banyaknya gedung perkuliahan dan kurangnya petunjuk jalan maupun peta lokasi yang mudah diakses membuat lokasi gedung, bangunan, bahkan ruang kelas di Politeknik Negeri Malang (Polinema) mempunyai keterbatasan dalam pencarian. Melihat permasalahan tersebut, maka dibangun sebuah aplikasi pencarian lokasi gedung dan ruangan yang mengacu pada koordinat lokasi yang diperoleh melalui Google Maps. Penelitian ini menggunakan metode *Rational Unified Process* dengan pendekatan teknologi *markerless* pada *augmented reality* sebagai media informasi yang digunakan sebagai penanda gedung dan ruangan yang dapat dijalankan pada *smartphone* Android. Hasilnya sistem dapat mengimplementasikan metode *markerless augmented reality* dengan cukup baik yang memperoleh tingkat akurasi 89% dalam ketepatan menampilkan informasi lokasi gedung dan kelas secara *real-time* pada kamera perangkat android dan dari semua kelas uji.

Kata Kunci: android, *augmented reality*, *markerless*, *wayfinding*

Abstract

The number of lecture buildings and the lack of street guides and easily accessible location maps make the location of buildings, buildings, even classrooms in Polinema have limitations in the search. This is in accordance with the problems that occur in Polinema new students in finding the location of each building or class, not least with old students, education personnel, and the public who visit Polinema. Seeing the problem, a search application was built for the location of the building and the room that refers to the coordinates of the location obtained through google map. The study used the *Rational Unified Process* method with a *markerless augmented reality* technology as an information medium used as a marker of buildings and rooms that can be run on android smartphones. As a result, the system can implement the *Markerless Augmented Reality Method* quite well which obtains an 89% accuracy rate in the accuracy of displaying building and class location information in *real-time* on the cameras of android devices and from all test classes.

Keywords: android, *augmented reality*, *markerless*, *wayfinding*

1. PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Malang atau yang lebih dikenal dengan nama Polinema adalah Perguruan Tinggi Negeri Vokasi yang berada di kota Malang. Polinema memiliki fasilitas penunjang berupa gedung tempat mahasiswa berkuliah yang letaknya tersebar diseluruh wilayah Polinema. Banyaknya gedung perkuliahan dan kurangnya petunjuk jalan maupun peta lokasi yang mudah diakses membuat lokasi gedung, bangunan, bahkan ruang kelas mempunyai keterbatasan dalam pencarian. Hal ini sesuai dengan permasalahan yang terjadi pada maba (mahasiswa baru) Polinema dalam mencari lokasi dari setiap gedung maupun kelas, tidak terkecuali dengan mahasiswa lama, tenaga kependidikan, dan masyarakat umum yang berkunjung di Polinema. Berdasarkan hasil kuesioner didapatkan hasil 84% dari 100 orang mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan kesulitan untuk menemukan gedung atau kelas, dan 90% dari 40 orang masyarakat umum yang berkunjung kesulitan untuk menemukan tempat tertentu di Polinema. Penyampaian informasi kepada maba selama rangka orientasi, tidak cukup efektif untuk mengenalkan semua gedung yang berada di Polinema. Kondisi lingkungan dan banyaknya gedung perkuliahan serta maba yang berasal dari berbagai daerah, membuat maba membutuhkan waktu yang cukup untuk beradaptasi.

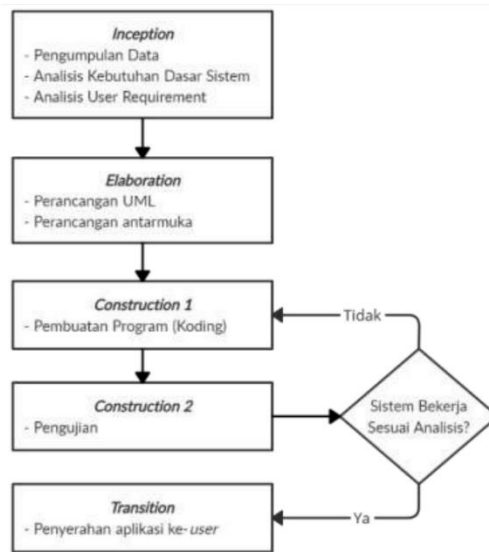
Polinema menggunakan *sign system* sebagai media informasi nama gedung yang merupakan sistem penanda yang dibuat untuk membantu manusia dalam mencari tempat (*wayfinding*) atau posisinya untuk dapat menentukan tujuan mereka (Marvin Ade Santoso et al., 2013). *Sign system* yang digunakan di Polinema tidak cukup efektif untuk maba karena *sign system* yang dipasang hanya menunjukkan nama gedung, tidak termasuk dengan nama atau kode ruangnya, sehingga mengakibatkan banyak mahasiswa yang terlambat masuk kelas di hari pertamanya.

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan sebuah aplikasi yang dapat digunakan oleh seluruh sivitas akademik ataupun masyarakat untuk penyebaran informasi tentang lokasi gedung maupun ruangan yang ada di Polinema. Aplikasi dengan fungsi yang serupa sudah pernah dikembangkan yang berfokus pada profil kampus dan sistem pencarian fakultas beserta program studi dan jurusan yang dimiliki, gedung-gedung utama secara visual, prasarana dan sarana di area kampus utama gunung kelud Universitas Mulawarman dengan titik-titik lokasi dengan memanfaatkan teknologi Google Maps API (Budiman, 2016). Salah satu teknologi yang dapat digunakan penulis untuk mengembangkan penelitian di atas adalah menerapkan teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan metode *Markerless Augmented Reality* yang akan dipadukan dengan perangkat *mobile* yang menggunakan sistem operasi Android.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis melakukan penelitian untuk mengembangkan sebuah aplikasi berbasis *mobile* Android yang bernama MARP (Map Augmented Reality Polinema) yang dapat membantu sivitas akademik dan masyarakat umum dalam menunjukan lokasi gedung, ruangan, dan *wayfinding* di Politeknik Negeri Malang dengan menerapkan teknologi *augmented reality*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengembangan perangkat lunak yang diterapkan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP). RUP adalah salah satu kerangka kerja untuk melakukan proses rekayasa kebutuhan. Tujuan utama standar RUP adalah untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang sampai pada pengguna adalah perangkat lunak yang berkualitas baik (Siahaan, 2012). Pengembangan perangkat lunak yang menggunakan RUP bersifat iteratif dan *incremental* (Endang Anjarwani, 2020). Gambar 1 adalah *flowchart* alur penelitian yang menggambarkan tahapan dari proses pengumpulan data yang diperlukan sampai dengan tahapan penyerahan sistem aplikasi.



Gambar 1. Alur Metode *Rational Unified Process*
[Sumber: Siahaan, 2012]

Tahapan dalam pengembangan perangkat lunak menggunakan Metode *Rational Unified Process* sebagai berikut:

1. *Inception* (Awal). Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berupa data spasial yaitu koordinat *latitude* dan *longitude* dari gedung, ruang kelas dan setiap jalan yang ada di Polinema. Data ini diperoleh dari Google Maps dan dicocokkan langsung di lapangan dengan menggunakan GPS pada perangkat *mobile* dan sebuah perangkat Laptop. Pada tahap ini juga dilakukan analisis kebutuhan dasar sistem dan analisis *user requirement*.
2. *Elaboration* (Elaborasi). Pada tahap ini akan dilakukan perancangan sistem dan perancangan antarmuka. Perancangan atau desain sistem dalam penelitian ini menggunakan *Unified Modelling Language* (UML).
3. *Construction 1* (Kontruksi 1). Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan program (koding), tahap ini dilakukan menggunakan *software* Unity 3D dan bahasa pemrograman C#.
4. *Construction 2* (Konstruksi 2). Pada tahap ini dilakukan pengujian fungsionalitas aplikasi serta ketepatan aplikasi dalam mengambil lokasi gedung.
5. *Transition* (Transisi). Pada tahap ini akan dilakukan penyerahan sistem aplikasi ke-*user* (*roll-out*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap *Inception*

Tahap *inception* atau tahap awal dalam rangkaian metodologi pengembangan perangkat lunak menggunakan RUP adalah fase awal yang berkaitan penggalan kebutuhan beserta komponen- komponen kebutuhan lain yang mendukung dalam pengembangan perangkat lunak. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data koordinat gedung-gedung di Polinema yang berupa *latitude* dan *longitude*. Pengumpulan data tersebut dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan kakas Google Maps serta titik koordinat berdasarkan GPS pada perangkat bergerak. Contoh hasil pengumpulan data gedung terdapat pada Tabel 1.


Tabel 1. Contoh data gedung dan koordinat
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]


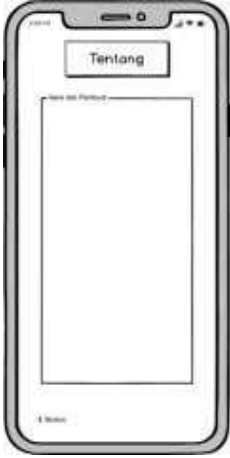
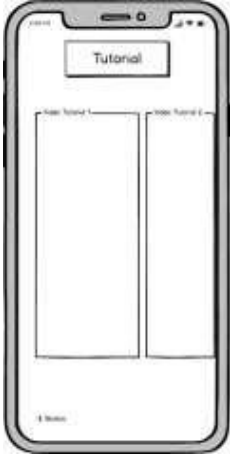
Nama Gedung	<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>
AA	112.616132614779	-7.94689410694554
AB	112.616123124052	-7.94636120000811
AC	112.615731199603	-7.9460626210484
AD	112.615419772237	-7.94585538462704

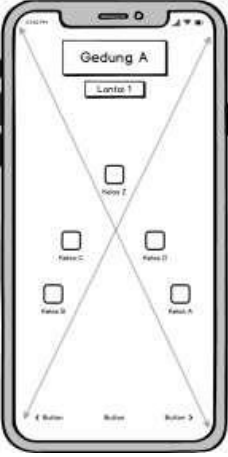
3.2 Tahap *Elaboration*

Pada tahap *elaboration*, dilakukan aktivitas perancangan aplikasi mulai dari *use case diagram*, *activity diagram*, hingga antarmuka. Dari perancangan yang dilakukan, terdapat enam halaman antarmuka yaitu halaman utama, halaman tentang aplikasi, halaman tutorial aplikasi, halaman *list* gedung, halaman penunjuk lokasi gedung, halaman penunjuk lokasi kelas. Adapun penjelasan rancangan dapat dilihat pada *storyboard* pada Tabel 2.

Tabel 2. Storyboard Aplikasi
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

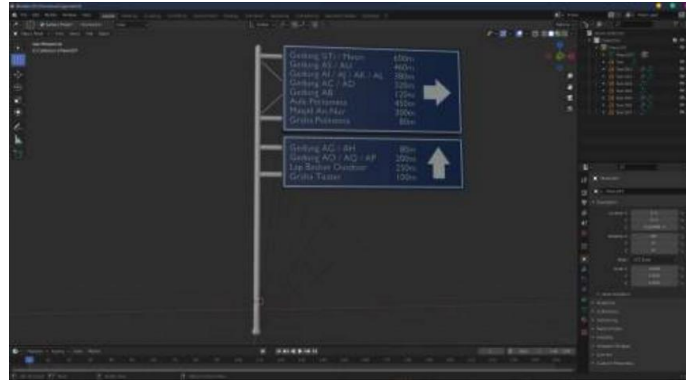
<i>Scene</i>	<i>Board</i>	Deskripsi
Scene 1 Halaman Utama		Halaman Utama adalah halaman yang akan ditampilkan pertama kali setelah membuka aplikasi MARP. Frame ini berisi: <ul style="list-style-type: none"> • Logo Aplikasi • Tombol cari lokasi untuk membuka halaman <i>list</i> gedung • Tombol tutorial untuk membuka halaman tutorial • Tombol tentang untuk membuka halaman tentang aplikasi • Tombol keluar untuk keluar dari aplikasi • <i>Background</i> Aplikasi

Scene	Board	Deskripsi
<p>Scene 2 Halaman List Gedung</p>		<p>Saat pengguna memilih/menekan tombol cari lokasi, maka akan muncul daftar lokasi. Daftar yang ditampilkan adalah nama gedung, bangunan, tempat yang ada di Polinema.</p> <p>Frame ini berisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tombol dengan nama dari setiap gedung, bangunan, dan tempat yang ada di Polinema. • Tombol kembali untuk membuka halaman utama. • <i>Background</i> Aplikasi
<p>Scene 3 Halaman Tentang</p>		<p>Saat pengguna memilih/menekan tombol Tentang, maka akan muncul penjelasan tentang aplikasi yaitu informasi pembuat dan versi dari aplikasi.</p> <p>Frame ini berisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bidang untuk menampilkan versi aplikasi. • Bidang untuk menampilkan biodata pembuat aplikasi. • Tombol kembali untuk membuka halaman utama. • <i>Background</i> Aplikasi
<p>Scene 4 Halaman Tutorial</p>		<p>Saat pengguna memilih/menekan tombol Tutorial, maka akan muncul beberapa video tahap menggunakan aplikasi.</p> <p>Frame ini berisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Video Tutorial. • Tombol kembali untuk membuka halaman utama. • <i>Background</i> Aplikasi

Scene	Board	Deskripsi
<p>Scene 5 Halaman Penunjuk Lokasi Gedung</p>		<p>Saat pengguna menekan salah satu nama lokasi yang ada pada daftar, maka kamera akan terbuka dan terdapat objek berupa petunjuk nama yang letaknya berada di koordinat lokasi yang dipilih dan petunjuk arah menuju lokasi yang dituju</p> <p>Frame ini berisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Latar belakang berupa tangkapan kamera secara <i>real-time</i>. • Objek petunjuk nama lokasi. • Tombol kembali untuk membuka halaman daftar lokasi. • Tombol <i>home</i> untuk membuka halaman utama. • Tombol <i>next</i> untuk membuka daftar lantai. • <i>Text</i> notifikasi jarak pada keadaan tertentu.
<p>Scene 6 Halaman Penunjuk Lokasi Kelas</p>		<p>Saat pengguna menekan salah satu tombol lantai, maka akan muncul objek 3D berupa nama kelas dari setiap lantai yang dipilih.</p> <p>Frame ini berisi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Latar belakang berupa tangkapan kamera secara <i>real-time</i>. • Objek petunjuk nama ruangan. • Tombol kembali untuk membuka halaman <i>list</i> gedung. • Tombol <i>home</i> untuk membuka halaman utama. • Tombol <i>next</i> untuk membuka daftar lantai.

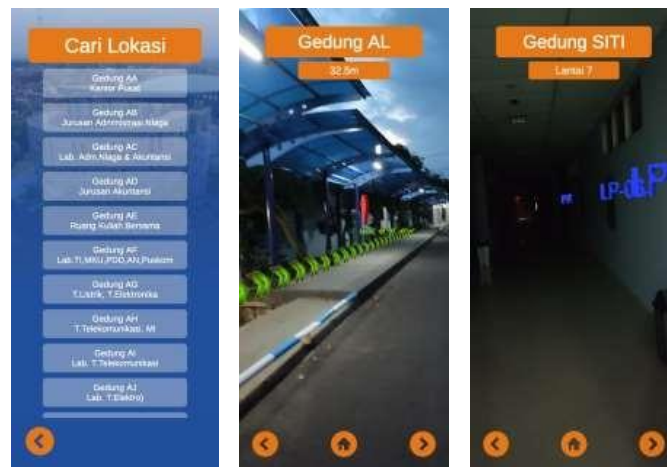
3.3 Tahap Construction 1

Tahap *construction 1* adalah tahap untuk melakukan konstruksi atau implementasi dari hasil perancangan yang telah dibuat. Pada tahap ini dilakukan implementasi program menggunakan kaskas Unity dengan bahasa pemrograman C#. Aset-aset yang digunakan dalam tahap ini juga dibuat untuk ditampilkan ketika aplikasi siap digunakan. Pada tahap ini menggunakan *package library* ARCore. ARCore merupakan pengembangan dari project Tango yang merupakan kaskas *augmented reality* yang menggunakan sensor khusus untuk diimplementasikan pada perangkat yang ada. Agar lebih mudah diakses, Google mengembangkan ARCore sebagai kaskas bantu *augmented reality* yang dirancang untuk perangkat Android yang tidak memiliki sensor khusus (Lanham, 2018). ARCore dapat bekerja pada perangkat minimal Android 7.0 Nougat atau versi yang lebih baru. ARCore dapat digunakan pada Java/OpenGL, Unity, dan Unreal (Amalia, 2017). Contoh aktivitas implementasi pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembuatan objek wayfinding
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

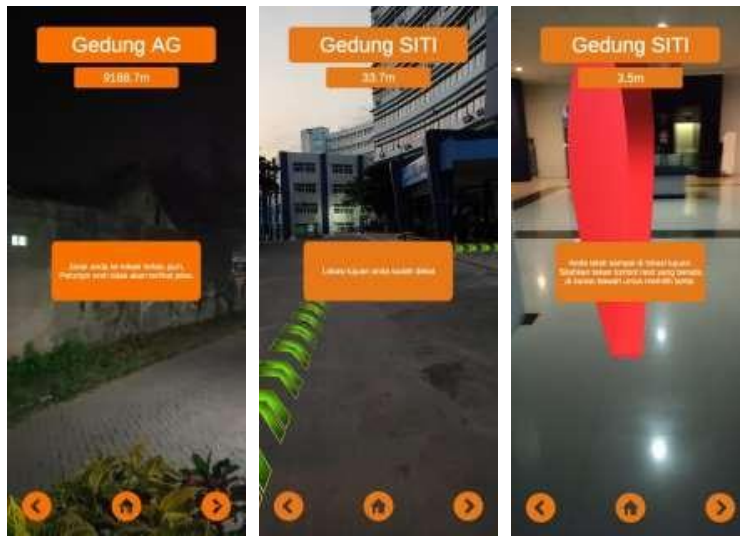
Dari aktivitas implementasi yang dilakukan, dihasilkan tampilan untuk menampilkan rute menuju gedung atau bangunan tertentu yang terdapat pada Gambar 3 menampilkan tangkapan kamera belakang *device* secara *real-time* dan terdapat objek anak panah yang akan menunjukkan arah menuju gedung atau bangunan yang sudah dipilih dari daftar gedung. Setelah pengguna sampai di gedung yang dipilih, pengguna dapat melanjutkan untuk melihat lokasi kelas dari setiap lantai yang dipilih. Informasi lokasi kelas akan muncul dengan objek berupa nama dari kelas itu sendiri. Informasi yang ditampilkan adalah seluruh ruangan / kelas yang ada pada lantai tersebut.



Gambar 3. Halaman cari lokasi
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

Pada tampilan halaman cari lokasi, aplikasi MARP juga akan menampilkan nama dari setiap gedung yang dilewati agar pengguna dapat melihat nama gedung yang dilewati. Terdapat juga fitur untuk menampilkan jarak pengguna ke gedung/bangunan yang dipilih. Jarak yang ditampilkan adalah jarak yang dihitung dengan menarik garis lurus dari posisi kamera ke objek yang dituju. Pada kondisi jarak yang sudah ditentukan, sistem akan menampilkan notifikasi, yaitu pada jarak lebih dari 500 meter, akan muncul notifikasi bahwa lokasi pengguna terlalu jauh dari lokasi tujuan. Pada jarak kurang dari 50 meter, akan muncul notifikasi bahwa pengguna sudah dekat dengan lokasi tujuan.

Pada jarak kurang dari 5 meter, akan muncul notifikasi bahwa pengguna sudah sampai di lokasi tujuan. Tampilan dari setiap notifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Notifikasi
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

3.4 Tahap *Construction 2*

Tahap *construction 2* adalah tahap untuk melakukan pengujian untuk mencapai poin-poin kebutuhan yang telah ditetapkan di tahap awal. Pada tahap ini dilakukan 2 buah pengujian, yaitu pengujian fungsional dan non-fungsional.

1. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dalam penelitian ini menggunakan pengujian *black box* dengan pendekatan *Equivalence Partitioning (EP)*. Pengujian dengan pendekatan *black box* fokus pada kesesuaian *output* dengan *input* (Sommerville, 2004). Pengujian ini dilakukan dengan membagi domain masukan dari program ke dalam kelas-kelas sehingga *test case* pada perangkat lunak dapat diperoleh (Agustian et al., 2020). Terdapat 54 sampel pengujian ketepatan titik lokasi dan 74 sampel pengujian fungsi yang ada di aplikasi. Dari pengujian tersebut diketahui aplikasi ini dapat berfungsi sesuai dengan realisasi yang diharapkan.

Salah satu contoh pengujian yang dilakukan pada aplikasi MARP yaitu pengujian ketepatan titik lokasi objek 3D gedung SITI yang dilakukan untuk menunjukkan keakuratan sistem dengan keadaan yang sebenarnya saat pengguna menggunakan sistem. Ketika pengguna menggunakan aplikasi MARP, pengguna harus memastikan bahwa jaringan seluler/wifi dan GPS pada perangkat Android pengguna dalam kondisi aktif. Pengguna harus masuk terlebih dahulu ke menu “Cari Lokasi” lalu memilih menu “Gedung SITI” untuk membuka halaman pencarian lokasi. Pada Gambar 5 terlihat bahwa pengguna berada di depan gedung SITI.



Gambar 5. Pengujian akurasi koordinat
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

Akurasi pengujian didapatkan dengan pengujian keseluruhan fungsionalitas sistem menggunakan metode *black box*. Hasil yang didapatkan dari pengujian fungsional yaitupada pengujian ketepatan titik, terdapat 6 koordinat yang hasilnya tidak tepat. Pada pengujian fungsi pada aplikasi, seluruh fungsi berjalan dengan benar. Hasil tersebut dihitung dengan rumus pada Gambar 6.

$$\sum_{i=0}^n \text{Akurasi Fungsi} = \frac{74}{74} * 100 = \mathbf{100\%}$$

$$\sum_{i=0}^n \text{Akurasi Ketepatan} = \frac{48}{54} * 100 = \mathbf{89\%}$$

Gambar 6. Rumus penghitungan akurasi
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

Hasil pengujian fungsionalitas secara *black box* didapatkan kesesuaian dengan yang diinginkan terhadap segala aktivitas pengujian memiliki capaian dari uji fungsionalitas sistem sebesar 100%. Kemudian pengujian juga dilakukan secara langsung di lokasi setiap gedung untuk memvalidasi ketepatan titik lokasi gedung, pengujian ini menghasilkan akurasi ketepatan titik lokasi gedung sebesar 89%.

2. Pengujian Non-fungsional

Pengujian non fungsional pada aplikasi ini melibatkan 40 orang responden pengguna aplikasi untuk mendapatkan penilaian langsung terhadap sistem yang dihasilkan. Pemilihan responden dilakukan secara acak dengan melibatkan mahasiswa Polinema, tenaga kependidikan, dan masyarakat luar yang menggunakan *smartphone* Android. Pengujian ini menggunakan angket yang berisikan pertanyaan-pertanyaan berkaitan dengan sistem yang dihasilkan. Penyusunan bentuk jawaban dari pertanyaan menggunakan skala Likert. Dalam skala Likert terdapat pertanyaan pilihan untuk mengambil tingkat penilaian dalam survei. Komponen Likert terdiri dari lima poin dengan redaksional yang semacam berikut: Sangat menyetujui, Menyetujui, Tidak

Memutuskan, Tidak Menyetujui, Sangat Tidak Menyetujui (Derrick & White, 2017). Sebelum dilakukan perhitungan dengan skala Likert, dilakukan perhitungan interval terlebih dahulu. Setelah besarnya interval diketahui, kemudian dibuat rentang skala sehingga diketahui dimana letak rata-rata penilaian responden terhadap setiap poin variabel. Rentang skala dan daftar pertanyaan disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rentang skala interval
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

No	Interval	Kategori
1	4,24 – 5,04	Sangat Baik (5)
2	3,43 – 4,23	Baik (4)
3	2,62 – 3,42	Cukup Baik (3)
4	1,81 – 2,61	Kurang Baik (2)
5	1,80 – 1,80	Tidak Baik (1)

Tabel 4. Rentang Hasil Pengujian Non-fungsional
[Sumber: Muhammad Shulhan Khairy]

No	Daftar Pertanyaan	Rata-rata	Kategori Penilaian				
			5	4	3	2	1
1	Bagaimana kesesuaian warna <i>background</i> , tombol dan logo pada aplikasi?	4,45	22	14	4	0	0
2	Bagaimana kesesuaian warna <i>background</i> dan teks pada aplikasi?	4,35	17	20	3	0	0
3	Bagaimana tampilan <i>icon</i> dengan fungsi yang disediakan aplikasi?	4,47	22	17	1	0	0
4	Bagaimana kualitas gambar pada aplikasi?	4,4	19	18	3	0	0
5	Bagaimana menu bantuan memberikan Anda petunjuk dalam mengoperasikan aplikasi?	4,5	22	16	2	0	0
6	Secara umum, bagaimana kemudahan Anda dalam mengoperasikan aplikasi?	4,42	20	19	1	0	0
7	Seberapa mudah informasi yang disajikan aplikasi MARP untuk dipahami?	4,35	19	16	5	0	0
Presentase rata-rata per kategori penilaian			20,14	17,14	2,71	0	0
Total Rata-rata			4,42				

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa aplikasi Maps Augmented Reality Polinema (MARP) telah berhasil dibangun sebagai aplikasi yang dapat membantu pengguna untuk menemukan lokasi yang diinginkan dan memberikan informasi lokasi gedung, *wayfinding*, dan ruangan di Polinema dengan akurasi fungsional yang memiliki tingkat akurasi sebesar 100%. Sistem dapat mengimplementasikan Metode Markerless Augmented Reality cukup baik dengan tingkat akurasi 89% dalam menampilkan informasi lokasi gedung dan kelas secara *real-time* pada kamera perangkat Android.

Dari hasil data pengujian *Equivalence Partitioning*, aplikasi MARP kompatibel terhadap semua versi OS Android yang telah ditetapkan dalam pembuatan aplikasi, kompatibel terhadap *device* Android yang memiliki fitur GPS dan ARCore, dan dari semua kelas uji yang diuji aplikasi MARP dapat berfungsi sesuai analisis dan berdasarkan data pengujian non-fungsional, diketahui aplikasi MARP adalah aplikasi yang *user friendly* dengan nilai rata-rata 4,42 (sangat baik). Aplikasi yang telah dibangun masih dapat dikembangkan dengan melakukan optimalisasi pemilihan rute antar gedung dalam kampus, serta *wayfinding* antar ruang dalam gedung. Aplikasi MARP ini juga dapat menjadi model untuk diimplementasikan pada objek lainnya seperti tempat wisata, gedung perkantoran, sekolah, dan areal lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, A., Andryani, I., Khoerunisa, S., Pangestu, A., & Saifudin, A. (2020). Implementasi Teknik Equivalence Partitioning pada Pengujian Aplikasi E-learning Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 3(3), 178. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v3i3.5371>
- Amalia, E. I. (2017). *Google Rilis ARCore, Platform AR untuk Android*.
- Budiman, E. (2016). Pemanfaatan Teknologi Location Based Service Dalam Pengembangan Aplikasi Profil Kampus Universitas Mulawarman Berbasis Mobile. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 8(3), 137–144. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v8i3.81.137-144>
- Derrick, B., & White, P. (2017). Comparing two samples from an individual Likert question. *International Journal of Mathematics and Statistics*, 18(3), 1–13.
- Endang Anjarwani, S. (2020). Penerapan Metode Rational Unified Process (RUP) Dalam Pengembangan Sistem Informasi Medical Check Up Pada Citra Medical Centre (*The Application of Rational Unified Process (RUP) in Development of a Medical Check Up Information System at Citra Medical Centre*). 2(1), 76–88. <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/>
- Lanham, M. (2018). *Learn ARCore - Fundamentals of Google ARCore (1st ed.)*. Packt.
- Marvin Ade Santoso, Dutto, D., & Silvia, M. (2013). Perancangan Redesain Sign System Universitas Kristen Petra Surabaya. *DKV Adiwarna*, 1(2), 1–9.
- Siahaan, D. (2012). *Analisa Kebutuhan dalam Rekayasa Perangkat Lunak (1st ed.)*.
- Sommerville, I. (2004). Software Testing. In *Software Engineering 7th Edition*.