

Implementation Markerless Augmented Reality Using Android Sensors For Identification of Buildings in Sebelas Maret University

Rizal Kusumajati Nugroho
Informatika, Fakultas MIPA
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36 A Surakarta
rizalkusumajati@student.uns.ac.id

Afrizal Doewes
Informatika, Fakultas MIPA
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36 A Surakarta
afrizal.doewes@staff.uns.ac.id

Abdul Aziz
Informatika, Fakultas MIPA
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36 A Surakarta
aaziz@staff.uns.ac.id

ABSTRACT

Sebelas Maret University (UNS) Surakarta is one venue for the big event. These events are not only aimed at students but also the general public, thus pointing the way to the location to be something important. One method that can be used to search the location is Augmented Reality, a technology that combines two-dimensional virtual object into a real environment and projecting a three-dimensional virtual objects in real-time. In this intensive search will be made an android-based application which utilizes augmented reality technology for the identification of buildings in UNS. This application utilizes the sensors integrated in the device such as an accelerometer, compass and GPS. Building location data stored in the internal storage media. Black box testing results show that all functions are running properly. Usability measurements (questionnaire) was conducted on 50 respondents whose results showed that applications made to get the positive attitude of the respondents. The test results show that the accuracy of this application has a good degree of accuracy verified through tests on three samples of the building. The identification of the building using augmented reality technology successfully implemented on android devices.

Keywords

accelerometer, augmented reality, markerless, compass, GPS

1. PENDAHULUAN

Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta merupakan salah satu universitas besar yang ada di Indonesia, tepatnya di Jalan Ir. Sutami no 36 A Surakarta. UNS menduduki peringkat ke-14 Universitas terbaik di Indonesia menurut webometric^[1], tidak mengherankan jika UNS merupakan salah satu tujuan utama para pelajar Sekolah Menengah Atas untuk mengenyam pendidikan yang lebih tinggi. UNS memberikan pilihan jurusan yang sangat beragam dalam 10 fakultas termasuk program pascasarjana^[2]. UNS memiliki gedung yang digunakan untuk aktivitas mahasiswa seperti Laboratorium, Perpustakaan, Auditorium dan gedung setiap Fakultas. Selain itu, beberapa gedung tersebut sering digunakan untuk acara-acara besar dari mulai Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN), tes Calon Pegawai Negeri Sipil (CPNS), seminar nasional,

perlombaan tingkat daerah dan nasional, sampai dengan job fair yang memang menjadi agenda tahunan di UNS. Acara-acara tersebut tidak hanya ditujukan untuk mahasiswa tetapi juga masyarakat umum.

Bagi masyarakat umum yang berasal dari luar kota atau yang baru pertama kali masuk ke UNS akan merasa kesulitan untuk menuju ke sebuah acara dikarenakan penunjuk jalan sangat jarang ditemukan atau mungkin tidak ada. Mahasiswa yang setiap harinya berada di lingkungan UNS pun belum tentu mengetahui semua gedung yang terdapat di UNS. Pencarian gedung selama ini masih dilakukan secara manual yaitu dengan melihat denah, bertanya langsung pada orang yang berada di sekitar UNS atau dengan aplikasi smartphone berupa navigasi yang menampilkan peta digital, gambar jalan dan pencarian rute. Namun untuk menuju ke sebuah gedung yang spesifik masih sangat sulit dilakukan karena terbatasnya data.

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode-metode untuk mencari sebuah lokasi atau tempat semakin berkembang dan beragam. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk pencarian sebuah tempat adalah *Augmented Reality* yang merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara real-time^[3]. Benda-benda maya menampilkan informasi-informasi penting bagi pengguna dan hanya bisa dilihat oleh kamera handphone atau komputer. *Augmented Reality* bekerja dengan cara menganalisa objek yang tertangkap kamera secara real-time. Seiring dengan berkembangnya teknologi, *augmented reality* tersebut bisa diimplementasikan dalam perangkat yang memiliki kompas, GPS, kamera, akseleromotor guna mendapatkan data yang digunakan untuk menganalisa objek-objek yang tertangkap dalam kamera.

2. DASAR TEORI

2.1 *Markerless Augmented Reality*

Markerless Augmented Reality merupakan teknik untuk membuat *Augmented Reality* tanpa menggunakan marker. *Markerless Augmented Reality* menggunakan sistem pendeteksi yang dapat mengidentifikasi posisi suatu benda atau lokasi^[4] seperti posisi koordinat lintang dan bujur suatu lokasi.

2.2 Sensor Accelerometer

Sensor Accelerometer berfungsi untuk mengukur akselerasi smartphone dari tiga sisi yaitu kanan-kiri (lateral (X)),depan-belakang (longitudinal (Y)), dan atas-bawah (vertical(Z))^[5].

2.3 Sensor Magnetometer

Magnetometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besar dan atau arah medan magnet di sekitar device dalam satuan microtesla^[6]. Sensor Magnetometer memiliki kemampuan untuk mengukur komponen medan magnet terhadap tiga arah (lateral,longitudinal,vertikal), relatif terhadap orientasi device.

2.4 Global Positioning System (GPS)

Global positioning system (GPS) merupakan sistem untuk mendapatkan lokasi dengan sangat akurat.GPS menggunakan satelit luar angkasa untuk sistem navigasinya.GPS bisa digunakan oleh siapa saja yang mempunyai GPS receiver.

Dengan menggunakan GPS kita bisa mendapatkan nilai latitude, longitude dan altitude suatu lokasi.

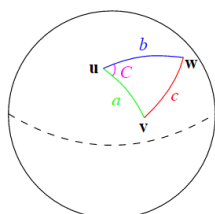
2.5 Sensor Orientasi

Sensor Orientasi merupakan kombinasi antara sensor accelerometer dan sensor magnetic field. Dengan menggunakan data dari kedua sensor tersebut ditambah dengan perhitungan trigonometri didapatkan nilai pitch,roll, dan heading (azimuth) dari smartphone^[5].

2.6 Haversine Formula

Haversine Formula merupakan metode untuk mengetahui jarak antar dua titik dengan memperhitungkan bahwa bumi bukanlah sebuah bidang datar namun adalah sebuah bidang yang memiliki derajat kelengkungan^[7].

Penggunaan rumus ini mengasumsikan pengabaian efek ellipsoidal, cukup akurat untuk sebagian besar perhitungan, juga pengabaian ketinggian bukit dan kedalaman lembah di permukaan bumi^[8]. Teorema Haversine Formula adalah sebuah persamaan yang penting dalam bidang navigasi, untuk mencari jarak busur antara dua titik pada bola dari longitude dan latitude. Ini merupakan bentuk persamaan khusus dari trigonometri bola, law of haversines, mencari hubungan sisi dan sudut pada segitiga dalam bidang bola. Ilustrasi *Spherical law of cosines* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi *Spherical law of cosines*

Rumus Haversine Formula dapat dilihat pada persamaan berikut^[9]:

$$a = \sin^2 \left(\frac{(lat_2 - lat_1)}{2} \right) + \cos lat_1 \times \cos lat_2 \times \sin^2 \left(\frac{(long_2 - long_1)}{2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$c = 2 \times \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \dots \dots \dots (2)$$

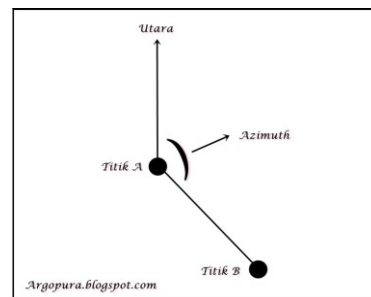
$$d = R \times c \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- R = jari-jari bumi sebesar 6371000 (m)
- lat₁ = besar latitude posisi user (radian)
- long₁ = besar longitude posisi user (radian)
- lat₂ = besar latitude gedung tujuan (radian)
- long₂ = besar longitude gedung tujuan (radian)
- d = jarak (m)

2.7 Azimuth

Dalam sistem navigasi terdapat istilah azimuth yaitu sudut antara utara magnetis (nol derajat) dengan titik/sasaran yang kita tuju relatif terhadap sudut utara^[3]. Sudut azimuth pada masing-masing titik dihitung berdasarkan sudut arc-tangent. Ilustrasi sudut azimuth dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi azimuth

Rumus menghitung Sudut Azimuth dapat dilihat pada persamaan berikut^[9] :

$$y = \sin(long_2 - long_1) \times \cos lat_2 \dots \dots \dots (4)$$

$$x = \cos lat_1 \times \sin lat_2 - \sin lat_1 \times \cos lat_2 \times \cos(long_2 - long_1) \dots \dots \dots (5)$$

$$z = \text{atan2}(y, x) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

- lat₁ = besar latitude posisi user (radian)
- long₁ = besar longitude posisi user (radian)
- lat₂ = besar latitude gedung tujuan (radian)
- long₂ = besar longitude gedung tujuan (radian)
- z = sudut azimuth (radian)

2.8 Skala Likert

Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial yang merupakan skala kontinum bipolar, pada ujung sebelah kiri (angka rendah) menggambarkan suatu jawaban yang bersifat

negative, sedang ujung sebelah kanan (angka tinggi), menggambarkan suatu jawaban yang bersifat positif^[10].

Skala Likert dirancang untuk meyakinkan responden menjawab dalam berbagai tingkatan pada setiap butir pertanyaan atau pernyataan yang terdapat dalam kuesioner. Tingkatan yang digunakan dalam skala likert memiliki bobot yang berbeda. Tingkatan yang sering dipakai pada skala likert yaitu : Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Netral (N), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS)^[11].

Untuk mendapatkan nilai yang tepat dalam menggambarkan sikap seseorang, nilai ordinal pada skala likert terlebih dahulu diproses ke dalam bentuk skala interval.

2.9 Metode Suksesif Interval (MSI)

Metode suksesif interval merupakan proses mengubah data ordinal menjadi data interval^[12].

Proses yang perlu dilakukan untuk mengubah data berskala ordinal menjadi data berskala interval adalah sebagai berikut:

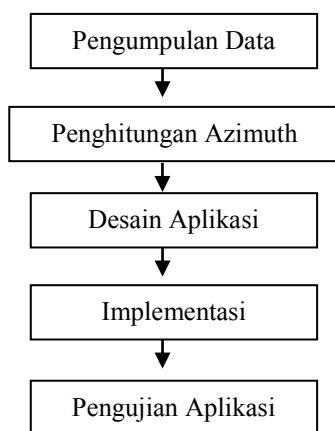
1. Menghitung frekuensi
2. Menghitung proporsi
3. Menghitung proporsi kumulatif
4. Menghitung nilai z
5. Menghitung nilai densitas fungsi z
6. Menghitung scale value
7. Menghitung penskalaan

2.10..... Usability

Usability adalah atribut kualitas yang menjelaskan atau mengukur seberapa mudah penggunaan suatu antar muka (interface)^[10]. Usability diukur dengan lima kriteria, yaitu: learnability, efficiency, memorability, errors, dan satisfaction^[10].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data lokasi geografis berupa lintang dan bujur dari setiap gedung yang ada pada kampus I UNS pada

tahun 2016. Pengumpulan data dilakukan menggunakan aplikasi GPS pada smartphone Sony C-1505. Pengambilan data lintang dan bujur dilakukan di depan pintu masuk tiap gedung.

3.2 Penghitungan Azimuth

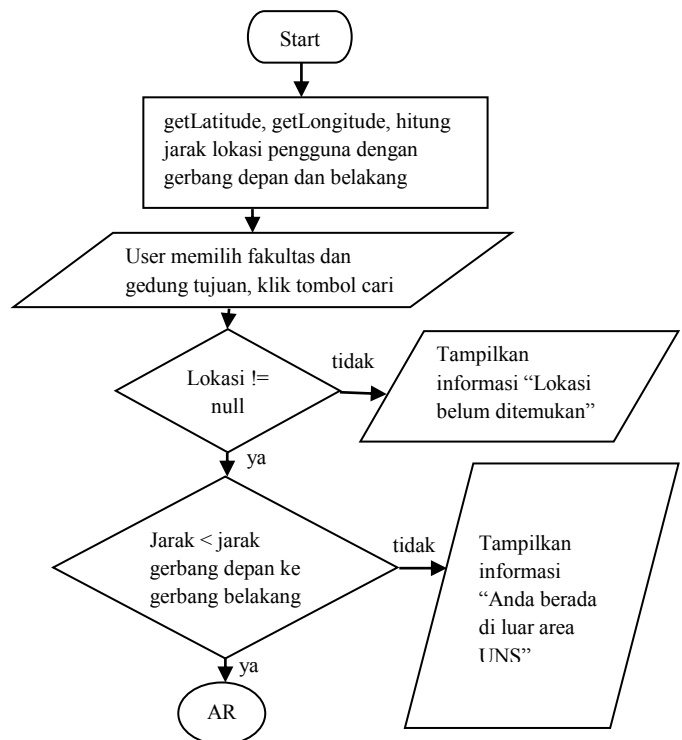
Penghitungan azimuth menggunakan persamaan (6) yang telah dijelaskan sebelumnya. Data yang digunakan untuk contoh perhitungan azimuth dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Perhitungan azimuth

No	Lat ₁	Long ₁	Lat ₂	Long ₂
1	-7.56136704	110.856971	-7.56096572	110.8566412
2	-7.55523678	110.8572806	-7.55510307	110.8567244
3	-7.55523499	110.8572827	-7.55482148	110.8573105

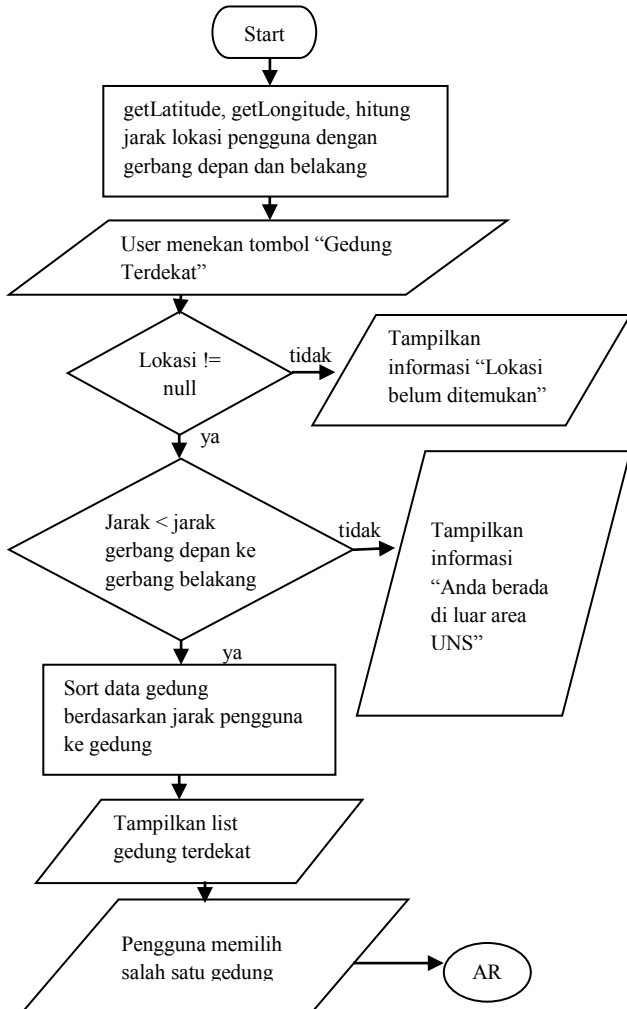
3.3 Desain Aplikasi

Aplikasi memiliki dua menu utama yaitu cari dan gedung terdekat. Fungsi cari digunakan apabila pengguna mengetahui tujuan spesifik suatu gedung dan fakultas di UNS, pengguna memilih nama fakultas dan nama gedung tujuan kemudian menekan tombol “Cari” untuk menjalankan augmented reality. Fungsi gedung terdekat menyediakan list gedung terdekat dengan pengguna berdasarkan jarak pengguna ke gedung tersebut. Untuk menjalankan fungsi ini pengguna menekan tombol “Gedung Terdekat”. Alur jalannya fungsi cari ditunjukkan flowchart Gambar 4, fungsi Gedung terdekat ditunjukkan flowchart Gambar 5, dan alur jalannya augmented reality ditunjukkan flowchart Gambar 6.

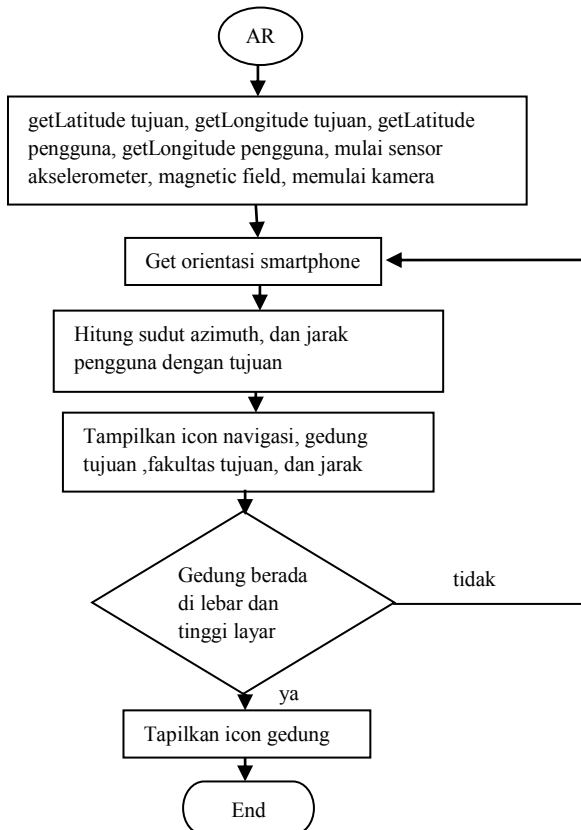


Gambar 4. Flowchart fungsi “Cari”

Gambar 6. Flowchart augmented reality



Gambar 5. Flowchart fungsi “Gedung Terdekat”



3.4 Implementasi

Pembuatan aplikasi menggunakan Android Studio 1.4.1 Build #AI-141.2343393.

3.5 Pengujian Aplikasi

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode BlackBox oleh developer kemudian dilanjutkan dengan pengukuran usability menggunakan kuesioner dalam bentuk skor lima point dengan model skala likert melibatkan 50 responden mahasiswa UNS dengan 16 butir pernyataan seperti terlihat pada Tabel 2, selanjutnya diteruskan dengan pengujian akurasi.

Tabel 2. Pernyataan kuesioner

No	Pernyataan
Learnability	
1.	Tulisan teks pada aplikasi jelas dan mudah dibaca
2.	Menu-menu yang ada pada aplikasi cukup mudah untuk dipahami
3.	Simbol-simbol yang ada pada aplikasi cukup mudah untuk dipahami
4.	Dropdown fakultas dan gedung membantu penggunaan aplikasi
5.	Aplikasi mudah digunakan
Efficiency	
6.	Pemilihan fakultas dan gedung dapat dilakukan dengan cepat dibantu dengan dropdown
7.	Setelah tombol menu di klik akan menjalankan proses dengan cepat
Memorability	
8.	Nama aplikasi mudah diingat
9.	Fungsi yang dijalankan setiap menu mudah diingat
10.	Tampilan aplikasi mudah diingat
Error	
11.	Simbol gedung terletak sesuai dengan letak gedung yang dituju
12.	Terdapat nama gedung dan atau nama fakultas yang tidak sesuai
13.	Petunjuk navigasi tidak sesuai dengan letak gedung
Satisfaction	
14.	Saya ingin menggunakan aplikasi ini kembali
15.	Data yang disediakan sudah cukup lengkap
16.	Aplikasi yang dibuat mempermudah pencarian gedung

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

Data latitude dan longitude gedung yang berada di kampus I Universitas Sebelas Maret Surakarta dapat dilihat pada Tabel 3. Keseluruhan data yang dikumpulkan adalah 60 data.

Tabel 3. Data Latitude dan Longitude Gedung

Kategori	Nama Gedung	Latitude	Longitude
Fakultas Ilmu Budaya (FIB)	Gedung I	-7.55955	110.85593327
	Gedung II	-7.55927	110.85549667
	Gedung III	-7.55942	110.85512088
Fakultas Keuguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)	Gedung A	-7.55606	110.85661246
	Gedung B	-7.55547	110.85634583
	Gedung C	-7.55628	110.85561807
	Gedung D	-7.55657	110.85556640
	Gedung E	-7.55554	110.85605713
	Gedung F	-7.55671	110.85610492
Fakultas Hukum (FH)	Gedung I	-7.55705	110.85412800
	Gedung II	-7.55761	110.85542055
Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB)	Gedung I	-7.55834	110.85435721
	Gedung II	-7.55894	110.85396058
	Gedung III	-7.55861	110.85460225
	Gedung IV	-7.55804	110.85374536
	Gedung V	-7.55858	110.85355261
Fakultas Ilmu Sosial dan Politik (FISIP)	Gedung I	-7.55699	110.85341404
	Gedung II	-7.5577	110.85298375
	Gedung III	-7.55759	110.85359913
	Gedung IV	-7.55688	110.85304267
Fakultas Kedokteran (FK)	Gedung A	-7.55896	110.85925952
	Gedung Baru	-7.55826	110.85954954
	Gedung C	-7.55871	110.85938825
	Gedung D	-7.55829	110.85861519
	Gedung E	-7.55793	110.85804903
	Gedung F	-7.5577	110.85772262
	Gedung G	-7.55783	110.85876769
Fakultas Pertanian (FP)	Gedung A	-7.56135	110.85812346
	Gedung B	-7.56112	110.85910484
	Gedung C	-7.5609	110.85888648
	Gedung D	-7.5609	110.85926520
	Gedung E	-7.56058	110.85901912
Fakultas Teknik	Gedung I	-7.56215	110.85427028
	Gedung II	-7.56113	110.85387439
	Gedung III	-7.56185	110.85403946
	Gedung IV	-7.56119	110.85385284
	Gedung V	-7.56053	110.85446848
	Gedung VI	-7.56234	110.85364751
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)	Gedung A	-7.558869	110.85834167
	Gedung B	-7.558678	110.85815611
	Gedung C	-7.559532	110.85833198
Fakultas Seni Rupa dan Desain (FSRD)	Gedung IV	-7.5581	110.85432550
Lain-lain	UNS Pers	-7.55813	110.85603099
	Pascasarjana	-7.55717	110.85679459
	UPT Perpustakaan	-7.55927	110.85669751
	Medical Centre	-7.55523	110.85749168
	Masjid Nurul Huda	-7.5551	110.85672435
	Student Centre	-7.5552	110.85729260
	Biro Administrasi Kemahasiswaan	-7.55482	110.85731048
	UPT P2B	-7.55986	110.85467804
	Graha UKM	-7.55506	110.85810270

4.2 Hasil Penghitungan Azimuth

Untuk melakukan perhitungan pertama harus mengkonversi bentuk derajat menjadi radian. Dimana 1 derajat bernilai 0.0174532925199433 radians sehingga dihasilkan nilai pada Tabel 4.

Tabel 4. Latitude dan longitude dalam radian

No	Lat ₁	Long ₁	Lat ₂	Long ₂
1.	-0.13197075	1.934819143	-0.1319637	1.934813386
2.	-0.13186376	1.934824546	-0.1318614	1.934814838
3.	-0.13186373	1.934824584	-0.1318565	1.934825068

Setelah diketahui nilai dalam satuan radian, langkah selanjutnya adalah mencari nilai y dengan persamaan (4) sehingga didapatkan nilai y sebagai berikut

No	y
1.	-5.70691E-06
2.	-9.62411E-06
3.	4.79952E-07

Selanjutnya untuk mencari nilai x digunakan persamaan (5) sehingga menghasilkan nilai berikut

No	x
1.	7.00435E-06
2.	2.33367E-06
3.	7.21711E-06

Kemudian dicari nilai azimuth dengan menggunakan persamaan (6) sehingga dihasilkan nilai

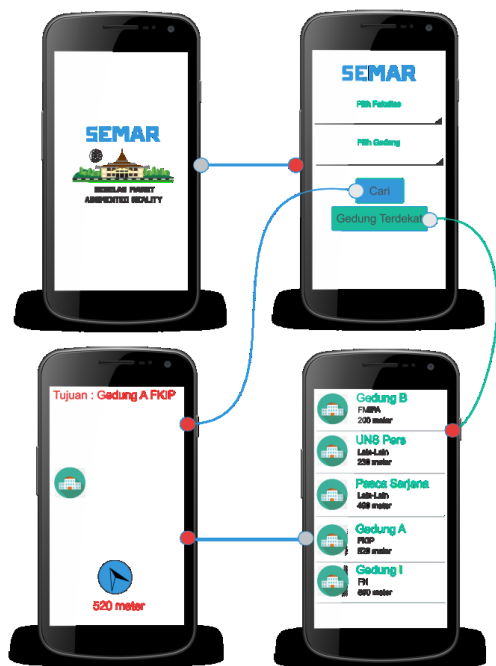
No	azimuth
1.	-0.683680424
2.	-1.332905932
3.	0.066404131

Langkah terakhir adalah konversi nilai azimuth ke dalam bentuk derajat sehingga didapatkan nilai

No	azimuth
1.	-39.17200281
2.	-76.36988437
3.	3.804676457

4.3 Hasil Desain Aplikasi

Desain interface aplikasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain interface Aplikasi

Terdapat 4 tampilan dalam aplikasi Sebelas Maret Augmented Reality (SEMAR) yang dibuat seperti terlihat pada Gambar 7.

Tampilan pertama adalah halaman splash (kiri atas). Splash merupakan halaman pembuka saat aplikasi dijalankan, halaman ini akan ditampilkan selama 5 detik.

Tampilan kedua adalah menu utama (kanan atas). Menu utama digunakan untuk memilih fakultas dan gedung tujuan pengguna atau mengetahui daftar gedung terdekat dengan pengguna. Pada menu utama terdapat form input berupa dropdown nama fakultas dan nama gedung tujuan pengguna, kemudian tombol cari digunakan untuk memulai fungsi augmented reality berdasarkan inputan pengguna. Tombol gedung terdekat digunakan untuk mengetahui daftar gedung terdekat dengan posisi user, untuk menjalankan fungsi ini pengguna tidak perlu melakukan input apapun.

Tampilan ketiga adalah daftar gedung terdekat (kanan bawah). Daftar gedung terdekat berisi "list view" nama gedung, nama fakultas, dan jarak gedung dengan pengguna disertai dengan icon gedung. Saat pengguna memilih salah satu gedung dari daftar gedung maka aplikasi akan menjalankan fungsi augmented reality.

Tampilan keempat adalah halaman augmented reality (kiri bawah). Halaman ini merupakan halaman utama dari aplikasi ini. Pada halaman ini ditampilkan informasi gedung dan fakultas tujuan, selain itu terdapat icon navigasi untuk membantu mengarahkan device (smartphone) serta ditampilkan jarak pengguna ke gedung tujuan. Sebagian besar tampilan pada halaman ini merupakan kondisi real time yang dilihat pengguna memanfaatkan kamera pada device.

4.4 Hasil Implementasi

Bagian utama dalam implementasi code aplikasi adalah mendapatkan orientasi device, perhitungan sudut azimuth dan perhitungan jarak dengan haversine formula. Pada Gambar 8 dapat dilihat pseudo code untuk mendapatkan orientasi device, sedangkan pseudo code untuk perhitungan sudut azimuth dapat dilihat pada Gambar 9, dan pseudo code untuk perhitungan jarak dengan haversine formula dapat dilihat pada Gambar 10.

```
SensorManager.getRotationMatrix
(rotation,identity,lastAccelerometer,lastCompass);
```

Gambar 8. Pseudo code mendapatkan orientasi device

```
Lat1 = Math.toRadians(La); Lat2=
Math.toRadians(Lb); Long= Math.toRadians(Bb-Ba);
y= Math.sin(Long)*Math.cos(Lat2);
x= Math.cos(Lat1)*Math.sin(Lat2) -
Math.sin(Lat1)*Math.cos(Lat2)*Math.cos(Long)
azimuth= Math.atan2(y,x)
```

Gambar 9. Pseudo code perhitungan sudut azimuth

```
Lat1 = Math.toRadians(La); Lat2=
Math.toRadians(Lb); Lat= Math.toRadians(Lb-La);
Long= Math.toRadians(Bb-Ba);
R= 6371000;
a= Math.sin(Lat/2)* Math.sin(Lat/2)+
Math.cos(Lat1)*Math.cos(Lat2)* Math.sin(Long/2)*
Math.sin(Long/2);
c=2*Math.atan2(Math.sqrt(a),Math.sqrt(1-a));
jarak=R*c;
```

Gambar 10. Pseudo code perhitungan jarak dengan haversine formula

4.5 Hasil Pengujian Aplikasi

4.5.1 Pengujian BlackBox

Pengujian BlackBox dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian BlackBox

Modul	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Kesimpulan
Cari	Pengguna menekan tombol Cari sebelum lokasi pengguna ditemukan	Menampilkan informasi "Lokasi anda belum ditemukan"	Menampilkan informasi "Lokasi anda belum ditemukan"	Diterima
	Pengguna menekan tombol Cari setelah lokasi pengguna ditemukan dan jarak pengguna terhadap gerbang depan dan atau gerbang belakang	Menampilkan informasi "Anda berada di luar area UNS"	Menampilkan informasi "Anda berada di luar area UNS"	Diterima

	melebihi jarak gerbang depan ke gerbang belakang			
	Pengguna menekan tombol Cari setelah lokasi pengguna ditemukan dan jarak pengguna terhadap gerbang depan dan atau gerbang belakang tidak jarak gerbang depan ke gerbang belakang	Menjalankan augmented reality	Menjalankan augmented reality	Diterima
Gedung Terdekat	Pengguna menekan tombol Gedung Terdekat sebelum lokasi pengguna ditemukan	Menampilkan informasi "Lokasi anda belum ditemukan"	Menampilkan informasi "Lokasi anda belum ditemukan"	Diterima
	Pengguna menekan tombol Gedung Terdekat setelah lokasi pengguna ditemukan dan jarak pengguna terhadap gerbang depan dan atau gerbang belakang melebihi jarak gerbang depan ke gerbang belakang	Menampilkan informasi "Anda berada di luar area UNS"	Menampilkan informasi "Anda berada di luar area UNS"	Diterima
	Pengguna menekan tombol Gedung Terdekat setelah lokasi pengguna ditemukan dan jarak pengguna terhadap gerbang depan dan atau gerbang belakang tidak melebihi jarak gerbang depan ke gerbang belakang	Menampilkan list gedung terdekat berdasarkan jarak	Menampilkan list gedung terdekat berdasarkan jarak	Diterima

	Pengguna memilih salah satu gedung terdekat	Menjalankan augmented reality	Menjalankan augmented reality	Diterima
Augmented Reality	Pengguna berada pada halaman augmented reality	Menampilkan nama gedung, fakultas, icon navigasi, jarak	Menampilkan nama gedung, fakultas, icon navigasi, jarak	Diterima

Dari 8 buah scenario fungsional, tidak ada fungsional yang defect (cacat) dengan arti lain semua fungsional yang dibuat sukses 100%.

4.5.2 Analisa Kuesioner

Berdasarkan kuesioner yang diberikan kepada 50 responden mahasiswa Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan 16 butir pernyataan didapatkan frekuensi jawaban tiap butir pernyataan kuesioner seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Frekuensi jawaban kuesioner

No. Butir	kategori pilihan				
	STS	TS	N	S	SS
1	0	0	0	12	38
2	0	0	0	18	32
3	0	0	0	21	29
4	0	0	0	12	38
5	0	0	0	12	38
6	0	0	1	6	43
7	0	0	0	24	26
8	0	0	0	2	48
9	0	0	0	7	43
10	0	0	0	8	42
11	16	31	3	0	0
12	17	33	0	0	0
13	23	27	0	0	0
14	0	0	5	10	35
15	0	0	3	22	25
16	0	0	3	13	34

Dengan data frekuensi pada Tabel 4 dapat dilakukan transformasi skala ordinal menggunakan metode suksesif interval. Langkah selanjutnya adalah menghitung proporsi, menghitung proporsi kumulatif, menghitung nilai z, menghitung densitas nilai z, menghitung scale value, terakhir menghitung penskalaan. Hasil transformasi dengan metode suksesif interval dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Transformasi

Asli	Transformasi
1	0
2	0
3	0.506432311
4	1.563384583
5	2.629178324

STS-SS secara berturut-turut diasumsikan memiliki nilai asli 1-5, kecuali pada butir 11-13, STS-SS berturut-turut diasumsikan memiliki nilai asli 5-1.

Setelah diketahui nilai interval untuk tiap-tiap skala ordinal dilanjutkan dengan perhitungan nilai rata-rata tiap butir kuesioner dihasilkan 2.245658

Dengan menggunakan batas bawah dan batas atas hasil transformasi diketahui bahwa nilai 2.245658 berarti responden bersikap positif terhadap aplikasi atau dengan kata lain aplikasi yang dibuat sudah baik/dapat diterima dengan baik.

4.5.3 Pengujian Akurasi

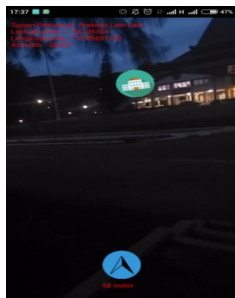
Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan perhitungan sudut azimuth secara manual. Perhitungan ini diimplementasikan dengan bahasa pemrograman java. Pada pengujian pertama, posisi user berada pada koordinat berikut.

Latitude : -7.56136704
Longitude : 110.85697103

Lokasi gedung yang diuji adalah Gedung dr. Prakoso dengan koordinat sebagai berikut.

Latitude : -7.56096572
Longitude : 110.85664118

Berdasarkan perhitungan dengan java didapatkan hasil azimuth = -39.17200281029242, jarak = 57.56149383508279. Sedangkan nilai azimuth pada aplikasi menunjukkan nilai -38.491 dan jarak 58 meter seperti terlihat pada Gambar 11. Dalam bentuk persen dapat dituliskan tingkat akurasi sebesar $(-38.491/-39.17200281029242) * 100 = 98.26\%$.



Gambar 11. Hasil pengujian akurasi gedung dr. prakoso

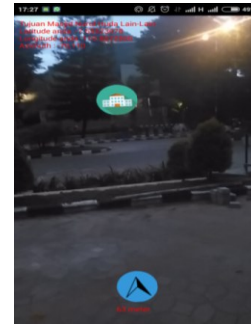
Pengujian kedua dilakukan terhadap gedung nurul huda. Posisi user berada pada koordinat berikut :

Latitude : -7.55523678
Longitude : 110.8572806

Sedangkan data koordinat gedung nurul huda adalah sebagai berikut.

Latitude:-7.55510307
Longitude :110.85672435

Berdasarkan perhitungan dengan java dihasilkan nilai azimuth = -76.36988437075868, jarak = 63.09207627310292. Sedangkan nilai azimuth pada aplikasi menunjukkan nilai -70.110 dan jarak 63 meter seperti terlihat pada Gambar 12. Dengan demikian diperoleh tingkat akurasi $(-70.110/-76.36988437075868) * 100 = 91.8\%$



Gambar 12. Hasil pengujian akurasi gedung nurul huda

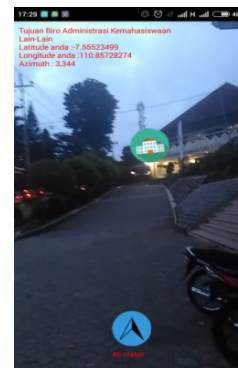
Pengujian ketiga dilakukan terhadap gedung biro administrasi kemahasiswaan. Posisi user berada pada koordinat berikut :

Latitude : -7.55523499
Longitude : 110.85728274

Sedangkan data koordinat gedung biro administrasi kemahasiswaan adalah sebagai berikut.

Latitude:-7.55482148
Longitude :110.85731048

Berdasarkan perhitungan dengan java dihasilkan nilai azimuth = 3.8046764571395384, jarak = 46.08177568530741. Sedangkan nilai azimuth pada aplikasi menunjukkan nilai 3.344 dan jarak 46 meter seperti terlihat pada Gambar 13. Dengan demikian didapatkan nilai akurasi sebesar $3.344 / 3.8046764571395384 * 100 = 87.9\%$



Gambar 13. Hasil pengujian akurasi gedung biro administrasi kemahasiswaan

Dari ketiga sampel pengujian akurasi didapatkan hasil akurasi rata-rata sebesar $(98.26 + 91.8 + 87.9) / 3 = 92.65\%$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengumpulan data, pembuatan aplikasi, dan pengujian aplikasi identifikasi gedung di kampus I UNS menggunakan augmented reality markerless pada smartphone android, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dengan menggunakan GPS, sensor akselerometer, sensor magnetic field (kompas) pada android dapat menghasilkan sebuah aplikasi augmented reality

markerless untuk mengidentifikasi gedung di kampus 1 Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- b) Hasil pengujian black box menunjukkan bahwa semua semua fungsional yang dibuat sukses 100%. Pengukuran usability (kuisisioner) dilakukan terhadap 50 responden yang hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat mendapatkan sikap positif dari responden dengan nilai 2.245658. Hasil pengujian akurasi menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki tingkat akurasi yang baik dibuktikan melalui pengujian terhadap 3 sampel gedung menghasilkan akurasi sebesar 92.65%.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat di sampaikan untuk mengembangkan sistem yang dibuat antara lain :

- Ditambah fitur penunjuk jalan ke gedung tujuan memanfaatkan *augmented reality markerless*.
- Dapat di implementasikan pada platform lain yang memiliki sensor-sensor yang di butuhkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim2. (n.d.). *Indonesia|Ranking web of university*. Retrieved Oktober 5, 2015, from Rangkaing web of university: <http://www.webometrics.info/en/Asia/Indonesia>
- [2] Anonim1. (n.d.). *Fakultas dan Pascasarjana- Universitas Sebelas Maret*. Retrieved Oktober 5, 2015, from UNS: <http://uns.ac.id>
- [3] Hedrianto, D., & S, A. M. (2010). Implementasi Augmented Reality Memanfaatkan Sensor Akselerometer, Kompas dan GPS Pada Penentuan Lokasi Masjid Berbasis Android. Retrieved April 16, 2016, from <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16859-5107100112-paperpdf.pdf>
- [4] The Pragmatic Programmers. (2008). *Augmented Reality*. Pragmatic Bookshelf.
- [5] Sood, R. (2012). *Pro Android Augmented Reality*. Apress.
- [6] Meier, R. (2012). *Professional Android 4 Application Development*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Putra, R. H., Sujiani, H., & Safriadi, N. (2015). Penerapan Metode Haversine Formula Pada Sistem Informasi Geografis Pengukuran Luas Tanah. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN) Vol. 1, No. 1, 2*.
- [8] Gintoro, Suharto, I. W., Rachman, F., & Halim, D. (2010). Analisis dan Perancangan Sistem Pencarian Taksi Terdekat Dengan Pelanggan Menggunakan Layanan Berbasis Lokasi. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)*, B-34.
- [9] Veness, C. (n.d.). *Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points*. Retrieved April 16, 2016, from Movable Type-Information Design & Management: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>
- [10] Rahadi, D. R. (2014). Pengukuran Usability Sistem Menggunakan Use Questionnaire Pada Aplikasi. *Jurnal Sistem Informasi (JSI), VOL. 6, NO. 1*, 661-671.
- [11] Sappaile, B. I. (2007). Pembobotan Butir Pernyataan Dalam Bentuk Skala Likert Dengan Pendekatan Distribusi Z. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Tahun ke-13, No. 064, 2*.
- [12] Sarwono, J. (n.d.). *MENGUBAH DATA ORDINAL KE DATA INTERVAL DENGAN METODE SUKSESIF INTERVAL (MSI)*. Retrieved April 27, 2016, from *MENGUBAH DATA ORDINAL KE DATA INTERVAL DENGAN METODE SUKSESIF INTERVAL (MSI)*: http://www.jonathansarwono.info/teori_spss/msi.pdf
- [13] Anonim3. (2016, Mei 11). *Tabel Distribusi Normal*. Retrieved from Smartstat: Smart Statistika: <http://www.smartstat.info/download/tabel-distribusi/tabel-distribusi-normal-z.html>