



## Evaluasi Posisi Geometrik Model 3D Candi Prambanan pada Aplikasi Augmented Reality berbasis GPS

### *Evaluation of Geometric Position of 3D Model of Prambanan Temple on GPS-Based Augmented Reality Application*

Helmi Nurul Wahid<sup>1</sup>, Trias Aditya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumni Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup> Staf pengajar Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

**Penulis Korespondensi:** Helmi Nurul Wahid | **Email:** [helminurul96@gmail.com](mailto:helminurul96@gmail.com)

Diterima (*Received*): 19/05/2020 Direvisi (*Revised*): 08/08/2020 Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 07/09/2020

#### ABSTRAK

Candi Prambanan merupakan kompleks bangunan peninggalan kerajaan Mataram Kuno yang pernah berjaya di Pulau Jawa. Statusnya sebagai situs warisan dunia dari UNESCO menjadikan bangunan bersejarah ini menjadi salah satu destinasi wisata yang terkenal di Daerah Istimewa Yogyakarta. Digitalisasi Pembuatan model tiga dimensi (3D) obyek candi merupakan salah satu program pelestarian budaya. Salah satu teknik rekonstruksi digital bangunan budaya adalah pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) berbasis posisi dari Global Positioning Systems dari piranti telpon. Fokus utama dari paper ini adalah menyajikan nilai akurasi dan respon pengguna terhadap kesalahan posisi obyek digital 3D candi yang ditampilkan melalui AR pada piranti telpon. Pengujian yang dilakukan adalah pengukuran ketelitian posisi dengan mengukur kesalahan jarak rata-rata model, serta persepsi respon pengguna. Pada penelitian ini, rata-rata kesalahan posisi model 3D pada aplikasi GPS AR yang ditampilkan adalah  $2,208 \pm 0,402$  m dari koordinat lokasi yang dimasukkan pada sistem. Berdasarkan evaluasi pengguna, penyajian model 3D Candi Prambanan memperoleh nilai penerimaan pengguna sebesar 96,67% untuk perihal ketepatan posisi objek dan sebesar 53,33% untuk stabilitas tampilan objek 3D. Secara keseluruhan, nilai pemanfaatan aplikasi GPS AR untuk visualisasi candi sebesar 79,16%, dengan nilai hasil pengujian model 3D yang terletak di Candi Prambanan sebesar 78,33% dan pengujian di luar area kompleks sebesar 80%.

**Kata Kunci:** Candi Prambanan, aplikasi utilitas, akurasi 3d AR, evaluasi pengguna, GPS

#### ABSTRACT

*Prambanan Temple is a heritage building complex of the ancient Mataram Kingdom that once triumphed over the island of Java. Its status as a world heritage site from UNESCO makes this historical building becomes one of the famous tourist destinations in the Special Region of Yogyakarta. Digitalization of the temple objects has been applied to heritage buildings as a part of the nation's cultural preservation program. One of the digital preservation techniques is by developing a three-dimensional (3D) model to be presented with Augmented Reality (AR) technology. AR can deliver a presentation of 3D objects that utilize Global Positioning System (GPS) positioning sensor on the mobile phone known as a GPS-based Augmented Reality technology (GPS AR). The focus of this research work is to obtain the accuracy of position and user responses to position errors that are displayed through a developed GPS AR application. The test carried out includes the measurement of the position errors by measuring the average distance errors of the model, as well as the acceptance test to find out the user's responses. Results show that the average position error of 3D models through GPS AR application is  $2,208 \pm 0.402$  m from the location inputted. According to the user evaluation, the visualization of the 3D models of Prambanan Temple Complex gained a score of 96,67% from the respondents for its position accuracy, meanwhile, the 3D objects' stability gained a score of 53,33% from the respondents. Overall, the value for the use of the GPS AR application is 79,16%, with the score of testing the 3D model located in Prambanan Temple is at 78.33% and testing outside the complex area is at 80%.*

**Keywords:** Prambanan Temple, Unity Application, 3D AR accuracy, User Evaluation, GPS

© Author(s) 2020. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

### 1. Pendahuluan

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah provinsi dengan jumlah kunjungan turis terbesar kedua di Indonesia.

Jumlah ini didukung dengan kebudayaan dan keragaman situs budaya yang menjadi ciri khas wisata di DIY. Kegiatan edukasi historis dapat menjadi salah satu potensi

wisata di Daerah Istimewa Yogyakarta mengingat banyaknya peninggalan sejarah kerajaan yang pernah berdiri di wilayah ini. Salah satu kerajaan tersebut adalah kerajaan Mataram Kuno yang berdiri di pulau Jawa pada abad ke-8. Peninggalan dari kerajaan Mataram Kuno yang paling terkenal adalah candi-candi dengan corak Hindu yang terletak di wilayah Prambanan, Kabupaten Sleman.

Candi Prambanan dipugar dan menjadi salah satu destinasi wisatawan domestik maupun mancanegara yang mengunjungi Yogyakarta. Beberapa bagian pada kompleks candi ini berada dalam kondisi kurang baik, terutama setelah gempa yang pernah melanda pada 2006 dan peristiwa meletusnya gunung Merapi pada 2010 (Kusuma, 2016). Disamping dilakukannya pelestarian yaitu dengan perawatan pada fisik bangunan, juga dapat dilakukan penyimpanan informasi visual objek secara digital.

Salah satu cara penyimpanan dan penyajian informasi visual objek adalah dengan pembuatan model tiga dimensi (3D) dengan teknologi *Augmented Reality (AR)*. Penggunaan AR dapat diterapkan pula dalam penyajian objek konstruksi di posisi yang ditentukan menggunakan *Augmented Reality* berbasis GPS (GPS AR).

*Augmented Reality (AR)* merupakan upaya untuk menggabungkan elemen digital dengan elemen fisik sehingga dapat terjadi interaksi antarelemen dengan karakteristik mengombinasikan kenyataan dengan dunia maya dan terdefinisi dalam 3D (Domhan, 2010). Carmigniani (2011) menyampaikan bahwa AR dapat dikombinasikan dengan model 3D dari kegiatan desain maupun visualisasi data objek 3D. Ditemukannya alat pemindai objek 3D dan metode lainnya, menjadikan kegiatan menghasilkan model 3D menjadi lebih mudah dan cepat (Carmigniani, 2011).

*Augmented reality* juga dapat dilakukan tanpa penanda, dikenal dengan *markerless augmented reality*. Penentuan posisi model pada *markerless AR* dapat didefinisikan dalam sistem koordinat lokal maupun dalam sistem koordinat global. Keuntungan dari penggunaan *markerless augmented reality* adalah dengan penggunaan lokasi tidak diperlukan lagi *marker* dalam bentuk fisik. Penyajian model 3D berbasis *Augmented reality* yang lazim digunakan pada kegiatan edukasi saat ini adalah dengan bantuan penanda (*marker*) biasanya berupa identitas unik baik gambar maupun *barcode* yang dapat dipindai menggunakan aplikasi kemudian diterjemahkan menjadi objek interaktif.

Cheverst dkk. (2000) telah menggunakan AR dalam pembuatan *Electronic Tourist Guide* dengan fokus penelitian yaitu penyajian informasi tentang sebuah kota untuk tur wisata menggunakan teknologi berbasis lokasi yang menampilkan nama-nama bangunan dan nama objek unik di lokasi objek tersebut. Karpiscek dkk (2010) mengembangkan aplikasi yang menggunakan teknologi AR untuk mengidentifikasi gunung. Pemanfaatan *game engine* dalam visualisasi topografi 3D dikembangkan oleh Laksono dan Aditya (2019) menghasilkan website peta virtual.

Pengukuran mengenai besar kesalahan posisi model 3D dari aplikasi GPS AR pernah dilakukan oleh Michel,

Genevès, dan Layaïda (2018) menunjukkan nilai kuantitatif dengan menghitung nilai kesalahan posisi yang muncul ketika ditampilkan pada layar gawai (Michel dkk. 2018). Namun pada penelitian tersebut belum dilakukan penilaian mengenai penerimaan pengguna dari nilai ketelitian dari penggunaan GPS AR tersebut.

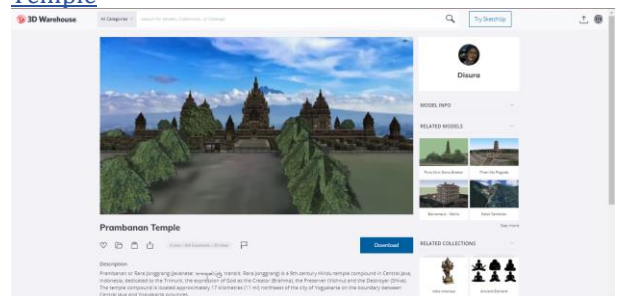
Pada kegiatan ini, peneliti menerapkan prinsip yang sama dalam penentuan nilai ketelitian model 3D yang telah dilakukan oleh Michel, Genevès, dan Layaïda (2018), dan untuk melengkapi penelitian tersebut, dilakukan juga uji penerimaan pengguna (*user acceptance testing*) sehingga dihasilkan pula nilai kualitatif dari pengguna. Hal ini untuk memberikan gambaran mengenai seberapa besar penerimaan pengguna dengan dikembangkannya aplikasi AR berbasis GPS. Artikel ini merupakan ringkasan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam bentuk tugas akhir skripsi.

## 2. Data dan Metodologi

### 3.1. Data dan Lokasi

Data yang digunakan untuk pembuatan aplikasi AR GPS penelitian adalah:

1. Model Candi Prambanan oleh Disura (2017), diperoleh dari SketchUp Warehouse dengan [link https://3dwarehouse.sketchup.com/model/299aa86c-97f7-4d05-8ab7-8e7d00992182/Prambanan-Temple](https://3dwarehouse.sketchup.com/model/299aa86c-97f7-4d05-8ab7-8e7d00992182/Prambanan-Temple)



Gambar 2.1 Model 3D Candi Prambanan

2. Kordinat lokasi penempatan objek, yaitu JKG N.0005 (-7,77380321°, 110,37679378°) untuk pengecekan, Teknik Geodesi (-7,764338°, 110,372580°) dan Candi Prambanan yang digunakan adalah bagian candi Perwara yang tidak sempurna (-7,752099°, 110,492086°)

- 3.

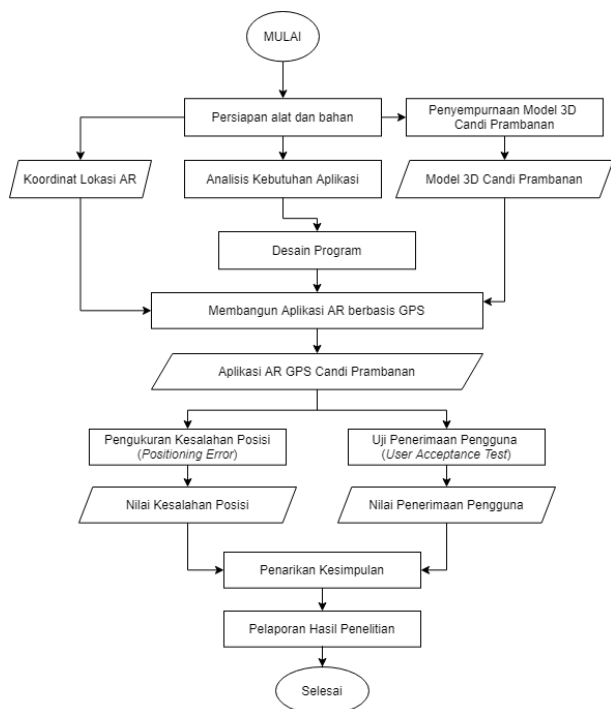
BADAN INFORMASI GEOSPASIAL (BIG)		NOMOR TITIK N.0005
Jl. Jakarta - Bogor Km. 46 Cibisong 16911 PO Box 46 CBI (021) 8758061 http://big.go.id email: info@big.go.id		
<b>DESKRIPSI TITIK KONTROL GEODESI</b>		
Nama Setempat : <b>PIJAR TERLETAK DI JALUR HIJAU (RUMPUT) KAMPUS BULAK SUMUR UNIVERSITAS GADJAH MADA</b>		
Desa/Kelurahan : BULAKSUMUR	Kabupaten : SLEMAN	
Kecamatan : MLATI	Provinsi : DI YOGYAKARTA	
Alamat : UNIVERSITAS GADJAH MADA		
Kemampuan Menempel : DI KIRI KANAN TERDAPAT GEDUNG UPT KOMPUTER DAN GEDUNG LEMBAGA PENGABDIAN MASYARAKAT (LPM - UGM)		
Koordinat Pendekatan : Lintang : -7,77380321 Bujur : 110,37679378		
Bentuk Pijakan Titik : Standard Pijakan GPS Orde Nol		
<b>KOORDINAT GEODETIK (WGS-84)</b>		<b>KOORDINAT KARTESIAN (SRG2013 Epac2012.0)</b>
Lintang : 7° 46' 25,69157 LS	X : -2200598,204 meter	
Bujur : 110° 22' 36,45761 BT	Y : 5924573,878 meter	
Tinggi Ellipsoid : 157,763 meter	Z : 487021,619 meter	
<b>LAJU KECEPATAN KARTESIAN</b>		<b>KOORDINAT PROYEKSI UTM</b>
Vx : -meter/halam	Zona : 49S	
Vy : -meter/halam	Utzon : 9140657,868 meter	
Vz : -meter/halam	Tinggi : 431284,545 meter	
	Faktor Skala : 0,9996038	
	Konversi Grid : 5° 13' 48"	

Gambar 2.2 Lembar deskripsi Titik N.0005 (Badan Informasi Geospasial, 2015)

Kegiatan ini dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dan situs Candi Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### 3.2. Metodologi

Tahapan pelaksanaan pada penelitian ini ditunjukkan oleh yang terdiri dari persiapan, pembuatan aplikasi AR GPS, pengukuran *positioning error*, uji penerimaan pengguna yaitu di Universitas Gadjah Mada dan Candi Prambanan. Diagram alir tahap pelaksanaan kegiatan ini ditunjukkan Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tahap pelaksanaan penelitian

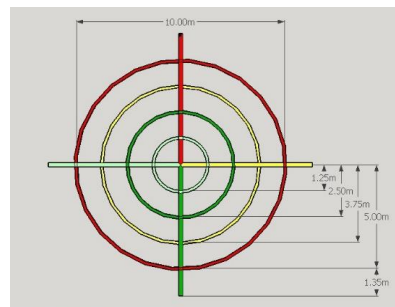
#### 3.2.1 Persiapan

Kegiatan pengumpulan bahan ini meliputi bahan penunjang untuk pelaksanaan kegiatan pembuatan aplikasi dan pengujian. Pengumpulan data untuk aplikasi dilakukan secara mandiri dengan memanfaatkan data yang terbuka untuk umum, berupa akuisisi data koordinat lokasi yang diperoleh melalui metode citra penginderaan jauh yang disediakan Google Maps dan acuan model 3D Candi Prambanan dari 3Dwarehouse SketchUp.

Pengujian dilakukan dengan metode pengisian formulir dan kuisisioner Pembuatan formulir pengujian adalah:

#### 3.2.2 Penyesuaian Model 3D

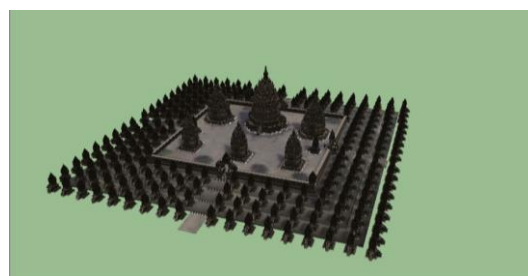
Format file untuk SketchUp yang berupa \*.SKP belum memungkinkan untuk diekspor ke dalam Unity secara langsung, namun hal ini dapat diatasi dengan terlebih dulu dikonversi atau impor objek SketchUp ke format file yang kompatibel dengan Unity.



Gambar 2.4 Dimensi objek pengecekan ketelitian *Augmented Reality*

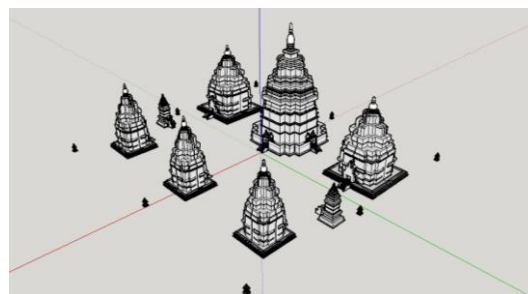
Objek pengujian posisi model 3D yang dibuat adalah model pengecekan kesalahan posisi (*positioning error*) dari visualisasi objek 3D AR. Dimensi objek pengecekan ketelitian AR ditunjukkan Gambar 2.4. Objek ini terbentuk dari empat buah lingkaran dengan diameter 0,625 m, 1,25 m, 3,75 m dan 5 m, dengan ketebalan 10 cm.

Model 3D Candi Prambanan yang diperoleh dan memiliki ukuran yang besar untuk dilakukan pemrograman pada aplikasi AR berbasis GPS. Penyempurnaan model 3D Candi Prambanan ditampilkan pada Gambar 2.5 perlu dilakukan karena keterbatasan kemampuan dalam pemrosesan pada aplikasi GPS AR. Penyederhanaan model 3D menghasilkan model yang ditampilkan merupakan.



Gambar 2.5 Model 3D Candi Prambanan

Setiap bangunan candi dilakukan penyesuaian dengan mengurangi bagian detil pada model candi. Selain itu juga turut dihilangkannya tekstur dari model 3D yang diperoleh melalui SketchUp Warehouse. Hasil dari model 3D yang digunakan memiliki ukuran yang tetap namun dengan detil yang berkurang.



Gambar 2.6 Simplifikasi model 3D Candi Prambanan

Model candi yang digunakan pada aplikasi AR terdiri dari model Candi Shiwa, Candi Brahma, Candi Wisnu, tiga buah candi Wahana yang diletakan di sebelah timur, Candi Apit dan Perwara yang memiliki bentuk serupa. Candi Apit

terletak di area utama kompleks candi di sisi utara dan selatan, serta Candi Patok dan Kelir yang memiliki bentuk serupa, hanya dibedakan berdasarkan lokasi penempatannya.

Tidak digunakannya tekstur menyebabkan model candi berwarna putih ditampilkan pada Gambar 2.6. Model-model yang telah disebutkan menjadi model 3D yang digunakan pada aplikasi GPS AR yang dibangun.

### 3.2.3 Pembuatan Aplikasi AR GPS

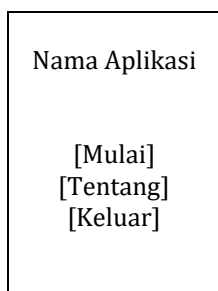
Pembuatan aplikasi *Augmented Reality* dilakukan dengan mengadaptasi metode ADDIE (Branch, 2009), yang terdiri dari *Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*.

Analyze (Analisis). Analisis kebutuhan membantu penulis dalam menentukan batasan mengenai kemampuan yang dapat dilakukan aplikasi tersebut. Untuk aplikasi ini, yaitu:

1. Mampu dilakukannya pengukuran kesalahan posisi pada model yang ditampilkan. Untuk memenuhi kebutuhan ini, telah dibuat model 3D pengukuran kesalahan posisi dengan koordinat pengecekan yang juga telah disiapkan.
2. Mampu menyimpan dan menyediakan model 3D Candi Prambanan oleh pengguna. Untuk memenuhi kebutuhan ini, maka diperlukan model 3D Candi Prambanan yang representatif sekaligus memiliki ukuran yang ringan sehingga tidak memberatkan aplikasi.

Design (Desain). Desain yang optimum untuk memenuhi analisis kebutuhan sebelumnya, disusun rancangan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bagian muka aplikasi menampilkan 3 buah tombol dengan fungsi memulai menampilkan model 3D, menampilkan informasi mengenai aplikasi, dan menutup aplikasi.



Gambar 2.7 Desain antarmuka aplikasi

2. Bagian mengenai aplikasi, juga disediakan tombol yang berfungsi untuk menampilkan model uji kesalahan posisi.

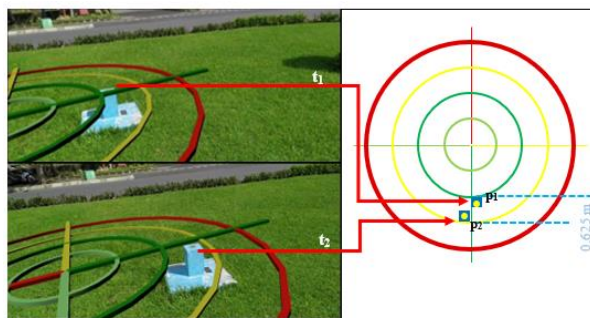
Development. Pengembangan aplikasi untuk mewujudkan desain yang telah dibuat dilakukan dengan software *game engine* yaitu Unity.

Implementation (Implementasi). Kode program komputer turut disematkan dalam memenuhi fungsi-fungsi yang hendak dijalankan. Fungsi yang dominan pada pengerjaan ini adalah mengganti scene untuk menampilkan model 3D di Candi Prambanan dan model 3D di Universitas Gadjah Mada.

Evaluation Kegiatan evaluasi atau pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kinerja dari aplikasi. Pengujian kesalahan posisi dan pengujian penerimaan pengguna memiliki tujuan untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat penerimaan dari aplikasi yang dibuat.

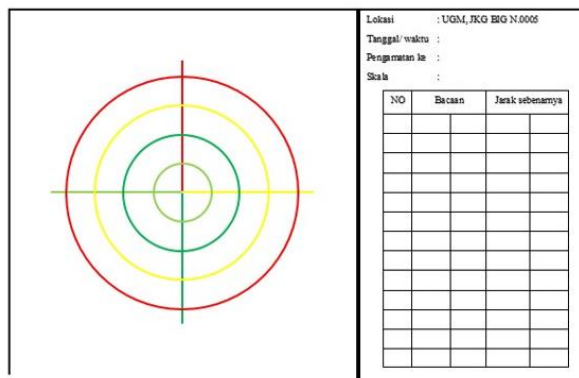
### 3.2.4 Pengukuran positioning error

Pengujian kesalahan posisi (*positioning error*) pada tahapan ini adalah dengan ukuran jarak dari posisi model ke posisi seharusnya. Gambar 2.8 menampilkan salah satu ilustrasi untuk kegiatan pengukuran kesalahan posisi yang dilakukan. Posisi objek pengujian terletak cenderung di selatan dari JKG N.0005. Kondisi objek akan terlihat bergeser-geser dan mengalami penyesuaian pada orientasinya.



Gambar 2.8 Contoh perekaman jarak dari model 3D

Penandaan pada formulir pengujian dengan alat tulis dan dilakukan sebanyak beberapa kali selama aplikasi terbuka. Gambar 2.9 adalah formulir dokumentasi yang diisikan dengan melakukan penandaan posisi monumen JKG N.0005 terhadap model 3D pengujian pada formulir. Pemilihan untuk menggunakan formulir ini adalah karena dapat menampilkan persebaran dari kesalahan posisi model 3D terhadap posisi seharusnya.



Gambar 2.9 Formulir evaluasi posisi geometri

Formulir terdiri atas dua bagian, yaitu model pengujian tampak atas, dan bagian tabel perhitungan jarak. Pengujian ini mengikuti metode pengukuran pengikatan ke depan, yakni untuk satu titik yang diketahui posisinya secara pasti maka dapat digunakan untuk mengetahui posisi titik lainnya.

Asumsi bahwa penandaan yang dilakukan oleh satu orang dengan perkiraan yang tepat dan dilakukan beberapa sesi untuk menghilangkan kesalahan kasar selama pengukuran perlu dilakukan.

### 3.2.5 Uji Penerimaan Pengguna

Pengujian dilakukan pada situs Candi Prambanan Gambar 2.10 dan di lingkungan kampus Teknik Geodesi Gambar 2.11 untuk mengetahui keoptimalan dalam penyajian informasi objek 3D melalui GPS Based Augmented Reality di lokasi (in situ) dan di luar lokasi (ex situ) ditunjukkan .



Gambar 2.10 Peta lokasi kegiatan: Candi Prambanan



Gambar 2.11 Peta lokasi kegiatan: UGM

Formulir pengujian berbentuk tabel dengan beberapa kolom pernyataan dengan jawaban setuju atau tidak setuju atas pertanyaan tersebut. Hasil dari responden, diharapkan dapat diketahui pula bagaimana penggunaan yang paling optimum dalam penyajian objek 3D di lokasi sebenarnya (in situ) dan di luar dari lokasi situs (ex situ).

Perancangan uji penerimaan pengguna terdiri atas dua aspek yaitu aspek materi dan aplikasi (As'mi, 2018). Pernyataan berdasarkan aspek-aspek tersebut ditampilkan dalam kuisisioner pengguna seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perancangan Uji Penerimaan Pengguna

Aspek	Kode	Pernyataan
Materi	P1	Saya dapat membedakan setiap bangunan yang memiliki ukuran berbeda (setuju/tidak setuju)
	P2	Saya dapat mengetahui lokasi setiap bangunan (setuju/tidak setuju)
	P3	Saya dapat melihat secara detail bentuk bangunan secara jelas (setuju/tidak setuju)
	P4	Saya merasa objek yang muncul sudah stabil (setuju/tidak setuju)
	P5	Saya merasa tampilan menu aplikasi sudah menarik (setuju/tidak setuju)
Aplikasi	P6	Saya merasa mudah dalam pengarahannya pada aplikasi ini (setuju/tidak setuju)
	p7	Saya merasa pada aplikasi GPS AR perlu ditambahkan keterangan nama setiap bangunan (setuju/tidak setuju)
	P8	Saya merasa perlu dilakukan pengembangan untuk objek cagar budaya lainnya (setuju/tidak setuju)

Penggunaan skala Guttman (Sugiyono, 2010) adalah untuk menampilkan konsistensi sekaligus penegasan mengenai performa dari aplikasi dan metode yang digunakan dalam penyajiannya. Pilihan setuju dan tidak setuju pada aplikasi ini bertujuan untuk memberikan jawaban yang tegas hanya jawaban positif atau negatif dan tidak ada derajat-derajat penerimaan selain itu. Respon positif mendapat nilai satu, sedangkan respon negatif mendapat nilai nol.

Hasil untuk masing-masing pernyataan dijumlahkan lalu dibagi dengan jumlah responden maka diperoleh nilai maksimum 100% untuk setiap pernyataan. Jika dikaitkan dengan derajat penerimaan, dijelaskan sebagai berikut:

- 0% - 25%, berarti pernyataan ditolak,
- 26% - 50%, berarti pernyataan cenderung ditolak,
- 51% - 75%, berarti pernyataan cenderung diterima,
- 76% -100%, berarti pernyataan diterima.

Ketika penerimaan terhadap kesalahan posisi berada dalam posisi cukup baik, maka pengembangan AR berbasis GPS dengan nilai kesalahan posisi sebesar tersebut masih dapat diterima pengguna.

Sebanyak 30 responden dipilih untuk menguji aplikasi dan menunjukkan keoptimalan penyajian data 3D melalui AR berbasis GPS. Sebanyak 15 responden untuk setiap lokasi pengujian dikelompokkan untuk memperoleh nilai keoptimalan untuk lokasi tersebut.

### 3. Hasil dan Pembahasan

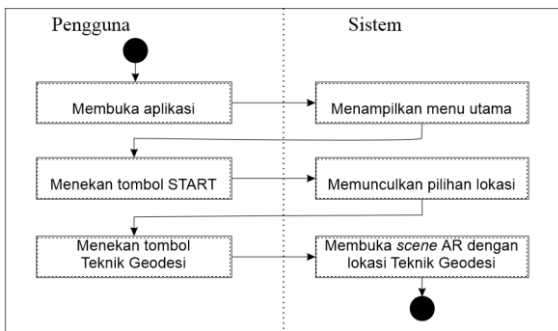
Penelitian ini menghasilkan aplikasi AR GPS yang mampu menampilkan model 3D Candi Prambanan pada lokasi yang telah ditentukan yaitu Kompleks Candi Prambanan dan Kampus Teknik Geodesi UGM. Selain itu, dilakukan pula pengujian ketelitian posisi munculnya model 3D.

#### 3.1. Aplikasi AR GPS

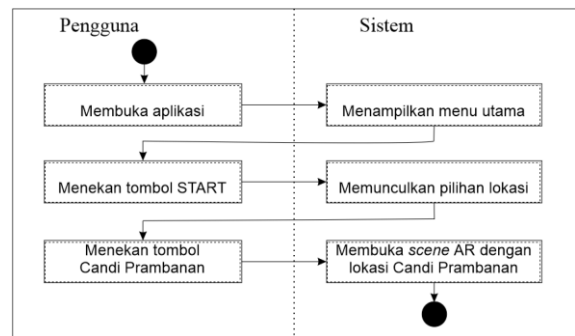
Secara keseluruhan, aplikasi ini dapat menampilkan dan menyajikan model 3D Candi Prambanan dalam AR berbasis GPS yang selanjutnya digunakan dalam kegiatan penyimpanan bentuk digital candi, perhitungan kesalahan posisi model 3D dan uji penerimaan pengguna.

Skenario yang dilakukan oleh pengguna, antara lain:

- Menampilkan model 3D Candi Prambanan di lokasi Teknik Geodesi UGM.



Gambar 3.1 Skenario di Teknik Geodesi UGM



Gambar 3.2 Skenario di kompleks Candi Prambanan

- Menampilkan model 3D candi di lokasi kompleks Candi Prambanan.

Tampilan muka atau *interface* dari aplikasi yang dihasilkan dibuat sederhana dan semudah mungkin dalam hal navigasi. Pada tampilan *Main Menu* atau menu utama yang ditampilkan pada

**Gambar 3.3** (a) memiliki tiga tombol, yaitu Start, About, dan Quit.



Gambar 3.3 Tampilan aplikasi AR GPS, menu utama (a), *Start* (b), dan *About* (c)



Ketika tombol Start pada menu utama, membuka menu *Start* dengan tampilan

**Gambar 3.3** (b). Pada tampilan ini, terdapat 3 tombol yaitu Candi Prambanan, Teknik Geodesi, dan *Back*. Setiap tombol mengarahkan ke *scene* yang berbeda. Tombol Candi Prambanan mengarahkan ke *scene* AR di lokasi Candi Prambanan. Tombol Teknik Geodesi mengarahkan ke *scene* AR di lokasi Teknik Geodesi. Tombol *Back* mengarahkan kepada tampilan menu utama.

Ketika tombol About pada menu utama, membuka menu *About* dengan tampilan pada

**Gambar 3.3** (c). Pada tampilan ini, terdapat 2 tombol yaitu Check N0005 dan *Back*. Tombol *Back* mengarahkan ke tampilan main menu. Tombol N0005 mengarahkan ke *scene* AR di lokasi Titik N0005 di lingkungan UGM. Peletakan tombol N0005 pada menu About adalah karena fungsinya yang sebagai objek pengecekan sehingga tidak terlalu sering dipakai.

Tombol *Quit* pada Main Menu mengarahkan pengguna untuk menutup aplikasi. Untuk membuka aplikasi adalah dengan menekan *icon* aplikasi, yang ditunjukkan Gambar 3.4 .



Gambar 3.4 *Icon* aplikasi

Objek 3D yang berbeda tempat dan orientasinya tergantung pada tombol yang ditekan pada bagian menu *Start* maupun menu *About*. Ketika tombol N0005 yang ditekan maka ditampilkan objek pengecekan Gambar 3.5.

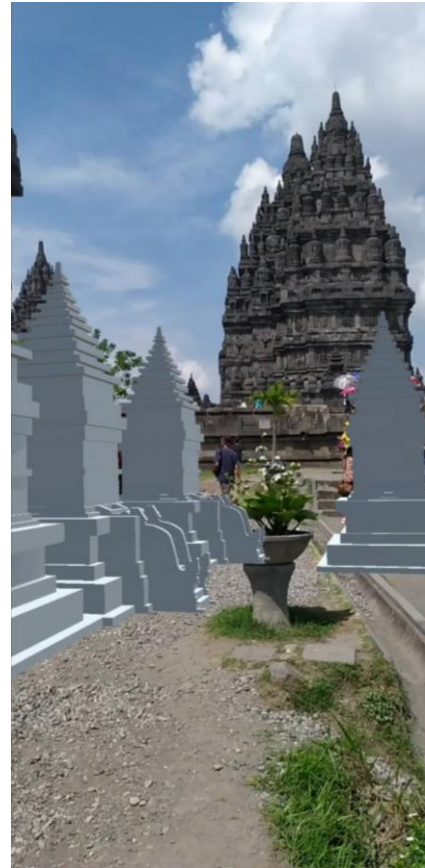


Gambar 3.5 Objek pengecekan di lokasi JKG BIG N.0005



Gambar 3.6 Model 3D yang terletak di Teknik Geodesi

Ketika tombol Teknik Geodesi ditekan, ditampilkan model 3D Candi Prambanan yang terletak di kampus Teknik Geodesi, yang ditampilkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.7 Model 3D di kompleks Candi Prambanan

Ketika yang ditekan yaitu tombol Candi Prambanan maka ditampilkan model 3D Candi Prambanan yang terletak di kompleks Candi Prambanan, yang disajikan pada Gambar 3.7.

### 3.2. Pengujian Ketelitian

Secara keseluruhan, aplikasi ini dapat menampilkan dan menyajikan model 3D Candi Prambanan dalam AR berbasis GPS yang selanjutnya digunakan dalam kegiatan penimapan bentuk digital candi, perhitungan kesalahan posisi model 3D dan uji penerimaan pengguna.

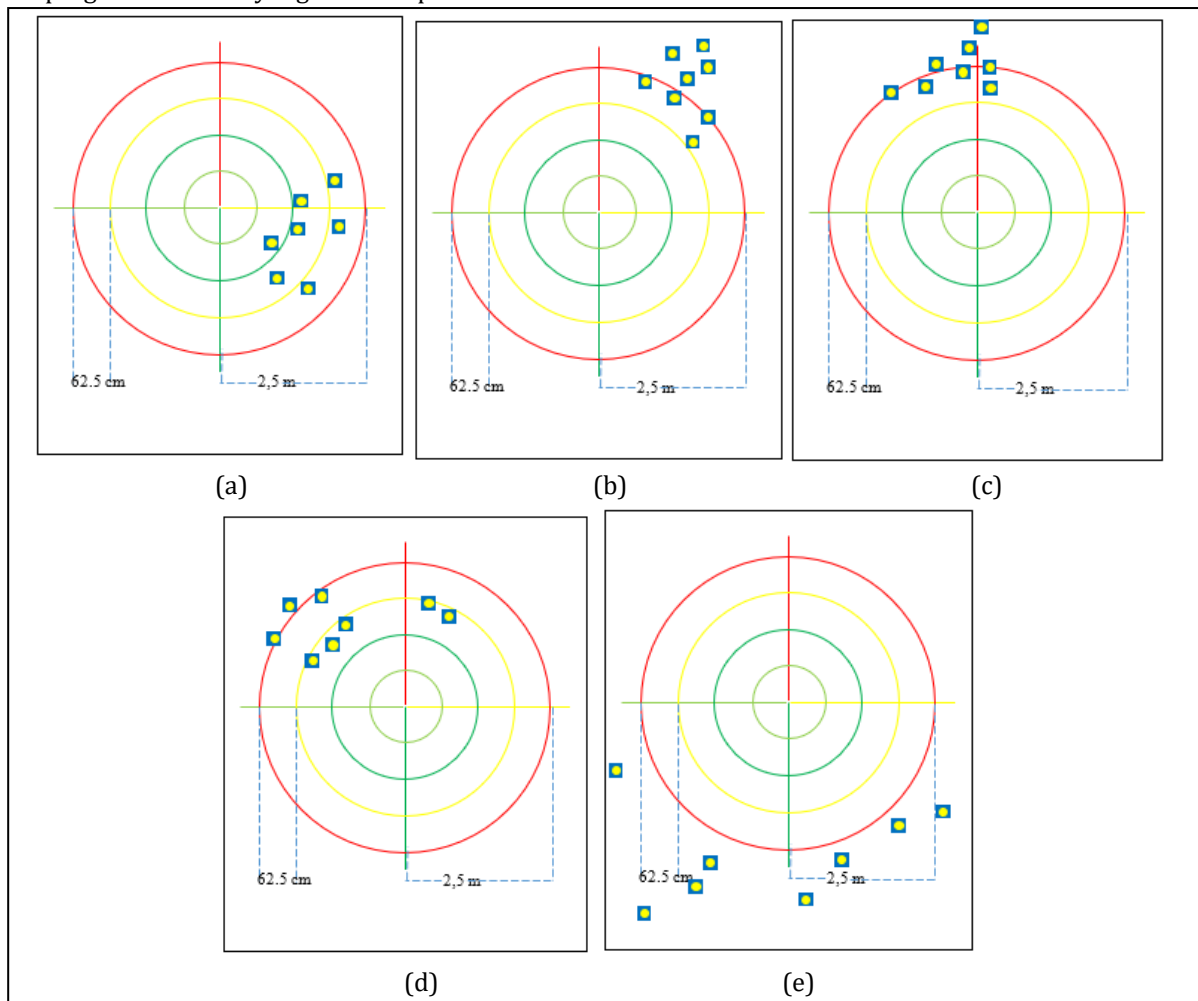
Pengujian yang dilakukan di JKG N0005 Universitas Gadjah Mada selama lima sesi pada hari yang sama dan kondisi cuaca cerah. Formulir dokumentasi diisikan



dengan melakukan penandaan posisi monumen JKG N.0005 terhadap model 3D pengujian pada formulir.

Selama sesi pengukuran berlangsung, objek 3D melakukan pergeseran lokasi yang ditandai pada formulir.

Berikut ini adalah penandaan dari lima sesi pengukuran yang menampilkan persebaran dari kesalahan posisi model 3D terhadap posisi seharusnya:



Gambar 3.8 Plotting lokasi model JKG N.0005 pada sesi 1 (a) , sesi 2 (b), sesi 3 (c), sesi 4 (d) dan sesi 5 (e)

Tabel 3.1 Ketelitian posisi geometri GPS AR

Sesi	Rerata posisi (m)		Standar Deviasi Posisi		Rerata Jarak (m)	Standar Deviasi Jarak (m)
	X	Y	Rerata Jarak (m)	Standar Deviasi Jarak (m)		
1	1,506	-0,500	0,474	0,709	1,587	0,467
2	1,325	2,244	0,373	0,475	2,606	0,427
3	-0,319	2,544	0,440	0,370	2,564	0,353
4	-1,094	1,675	0,921	0,472	2,000	0,406
5	-0,319	-2,263	1,914	0,566	2,285	0,357
Rerata Jarak (nilai akurasi)					2,208	
Rerata Standar Deviasi (nilai presisi)						0,402

Tabel 3.1 menampilkan nilai dari kelima sesi yang telah dilakukan dan selanjutnya dilakukan perataan dan diperoleh nilai sebesar  $2,208 \pm 0,402$  m.

### 3.3. Uji Penerimaan Pengguna di Candi Prambanan

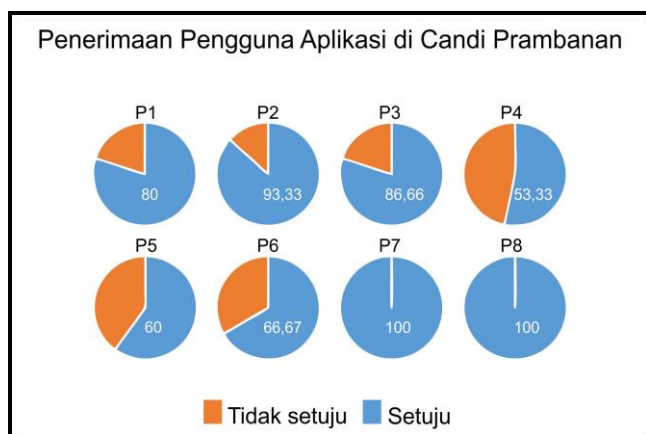
Secara keseluruhan, aplikasi ini dapat menampilkan dan menyajikan model 3D Candi Prambanan dalam AR berbasis GPS yang selanjutnya digunakan dalam kegiatan penyimpanan bentuk digital candi, perhitungan kesalahan posisi model 3D dan uji penerimaan pengguna.

Pengisian kuisioner melibatkan wisatawan menjalankan aplikasi. Analisis aspek penilaian ditunjukkan Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Analisis aspek penilaian di Candi Prambanan

Kode	Pernyataan	Hasil
P1	Membedakan setiap bangunan yang memiliki ukuran berbeda	80
P2	Mengetahui lokasi setiap bangunan.	80
P3	Melihat secara detail bentuk bangunan secara jelas	86,67
P4	Objek yang muncul sudah stabil	53,33
P5	Tampilan menu aplikasi sudah menarik	60
P6	Mudah dalam pengarahannya kamera pada aplikasi ini	66,67
P7	Penambahan keterangan nama setiap bangunan	100
P8	Pengembangan untuk objek cagar budaya lainnya	100

Tabel 3.2 menunjukkan aspek materi dari evaluasi untuk model yang diletakkan di kompleks Candi Prambanan, dari 15 responden diperoleh skor 80 untuk kemampuan membedakan ukuran dan membedakan lokasi dari model 3D yang ditampilkan. Detail bangunan dapat terlihat jelas dengan skor 86,66, namun kestabilan model memperoleh skor 53,33.



Gambar 3.9 Diagram lingkaran penerimaan pengguna di Candi Prambanan

Aspek aplikasi bagian tampilan main menu memperoleh skor 60, dan kemudahan pengarahannya kamera memperoleh skor 66,67 sedangkan, pada bagian pengembangan lebih lanjut baik penambahan detail informasi dan pengembangan untuk objek wisata lain memperoleh skor 100.

### 3.4. Uji Penerimaan Pengguna di Teknik Geodesi UGM

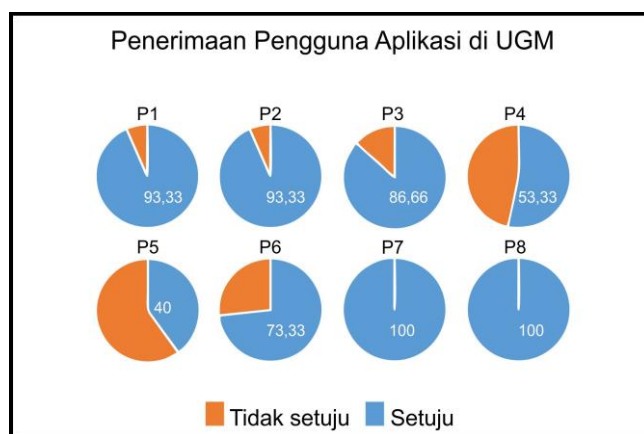
Pengisian kuisioner dilakukan di bagian selatan gedung Teknik Geodesi UGM dengan menampilkan keseluruhan model 3D Candi Prambanan.

Analisis setiap aspek penilaian ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Analisis aspek penilaian di UGM

Kode	Pernyataan	Hasil
P1	Membedakan setiap bangunan yang memiliki ukuran berbeda	93,33
P2	Mengetahui lokasi setiap bangunan.	93,33
P3	Melihat secara detail bentuk bangunan secara jelas	86,67
P4	Objek yang muncul sudah stabil	53,33
P5	Tampilan menu aplikasi sudah menarik	40
P6	Mudah dalam pengarahannya kamera pada aplikasi ini	73,33
P7	Penambahan keterangan nama setiap bangunan	100
P8	Pengembangan untuk objek cagar budaya lainnya	100

Pengujian yang dilakukan di luar area dari kompleks Candi Prambanan, tepatnya Teknik Geodesi dengan 15 responden, ditampilkan pada Tabel III.9 diperoleh skor 93,33 untuk kemampuan membedakan ukuran dan membedakan lokasi dari model 3D. Skor ini lebih tinggi daripada saat pengujian pada lokasi situs yang sebenarnya. Untuk skor lainnya bernilai sama dan sedikit perbedaan pada tampilan aplikasi yang memperoleh skor 40 dan kemudahan dalam pengarahannya kamera pada aplikasi dengan skor 73,33.



Gambar 3.10 Diagram lingkaran penerimaan pengguna di UGM

Berdasarkan dua pengujian tersebut diperoleh skor sebesar 78,33 untuk penggunaan di lokasi situs candi, dan 80 untuk penggunaan di luar situs candi. Penggunaan GPS AR memperoleh skor 79,16 secara keseluruhan aplikasi, dan mendapat skor 86,67 untuk ketepatan posisi berdasarkan persepsi dari pengguna. Model 3D yang

ditampilkan sedikit kurang stabil dengan skor 53,33 mengingat standar deviasi yang telah dihitung pada pengujian sebelumnya.

Model 3D yang digunakan dibandingkan dengan objek yang asli dan masih terstruktur dengan baik tentunya memiliki perbedaan yang cukup terlihat. Perbedaan yang menggambarkan kecenderungan penyajian model 3D dalam aplikasi AR lebih efektif ketika digunakan di tempat lain atau di luar situs aslinya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan kegiatan Evaluasi Posisi Geometri Model 3D Candi Prambanan pada Aplikasi Augmented Reality Berbasis GPS, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan aplikasi berbasis GPS AR untuk menyajikan model 3D Candi Prambanan sebagai salah satu kontribusi pemeliharaan bangunan di Kompleks Candi Prambanan dan menjadi salah satu awal dikembangkannya aplikasi serupa. Kemudahan dalam penyediaan model 3D dapat meningkatkan intensitas penggunaan dan semakin maksimal kualitasnya.
2. Hasil evaluasi geometri menunjukkan nilai  $2,208 \pm 0,402$  m memperoleh skor 86,67% untuk kesesuaian lokasi. Kestabilan model 3D Candi Prambanan memperoleh skor 53,33% atau sedikit melewati ambang batas penerimaan oleh pengguna. Sedangkan pengembangan dan pemanfaatan AR terhadap situs cagar budaya lainnya sangat disetujui dengan skor 100% dari responden.
3. Hasil evaluasi penggunaan aplikasi GPS AR untuk visualisasi GPS AR yaitu 79,16%, dengan nilai pengujian model 3D yang terletak di Candi Prambanan sebesar 78,33% dan pengujian di luar area kompleks sebesar 80%.

#### 5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

#### 6. Referensi

- As'mi, M. A. Aulia, 2018, "Gim Pengenalan Lingkungan Universitas Islam Indonesia Dengan Location Based Augmented Reality Berbasis Android", *Tugas Akhir*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Badan Informasi Geospasial, 2015, *Deskripsi Titik Kontrol Geodesi N.0005*.
- Branch, R. M., 2009, *Instructional Design: The ADDIE Approach*, Springer Science & Business Media, Berlin.
- Carmigniani, J., 2011, *Augmented Reality: An Overview* dalam *Handbook of Augmented Reality*, Springer, New York.
- Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Friday, A., dan Efstratiou, C., 2000, "Developing A Context-Aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences", *CHI '00: Proceedings of the SIGCHI*

*Conference on Human Factors in Computing Systems*, 30 April 2000, New York.

Domhan, T., 2010, *Augmented reality on android smartphones*, Dualen Hochschule BadenWürttemberg, Jerman.

Disura, 2017, *Candi Prambanan*, <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/299aa86c-97f7-4d05-8ab7-8e7d00992182/Prambanan-Temple> (akses tanggal 26 Desember 2018)

Karpischek, S., Marforio, C., Godenzi, M., Heuel, S., Michahelles, F., 2009, "SwissPeaks - Mobile Augmented Reality to Identify Mountains", *Workshop at the International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2009*, ISMAR, 19 Oktober 2009, Orlando.

Kusuma, W., 2016, *Gempa Bumi 2006 Porak- Porandakan Kompleks Candi Prambanan*, <https://regional.kompas.com/read/2016/05/27/08300061/gempa.bumi.2006.porak-porandakan.kompleks.candi.prambanan> (akses tanggal 26 Desember 2018)

Laksono, D., dan Aditya, T., 2019, "Utilizing A Game Engine for Interactive 3D Topographic Data Visualization", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol. 8, hal 361-379

Michel, T., Genevès, P., dan Layaida, N., 2018, "A Method to Quantitatively Evaluate Geo Augmented." *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, 20 Oktober 2018, Munich, Jerman.

Sugiyono, 2010, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung.