

**IMPLEMENTASI PEMBUATAN PETA INTERAKTIF TIGA
DIMENSI BERBASIS TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY***

(Studi Kasus Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat)

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

ALFI CHANDRA

NPM 4122.3.18.13.0056



**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK, PERENCANAAN, DAN ARSITEKTUR
UNIVERSITAS WINAYA MUKTI
BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI PEMBUATAN PETA INTERAKTIF TIGA
DIMENSI BERBASIS TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY***

(Studi Kasus Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat)

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

**ALFI CHANDRA
NPM 4122.3.18.13.0056**

Disetujui,

**Ir . Achmad Ruclihadiana, T., M.M.
NIPY. 16800007
Pembimbing**

Mengetahui dan Disahkan
Ketua Program Studi Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur

**Raden Gumilar, S.T., M.T.
NIPY. 17400121**

MOTTO

*“Tabah bukan berada diawal, tabah juga bukan berada dipertengahan tetapi
tabah sampai akhir”*

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi Pembuatan Peta Interaktif Tiga Dimensi Berbasis Teknologi Augmented Reality” (Studi Kasus: Kawasan Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat)” ini adalah karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Semua referensi yang dirujuk dan dikutip pada Tugas Akhir ini telah saya nyatakan benar sesuai yang tertera pada daftar pustaka.

Nama : Alfi Chandra

NPM : 4122.3.18.13.0056

Tanda Tangan : (diatas materai)

Tanggal : 26 September 2023



ABSTRAK

Perkembangan dunia teknologi 4.0 saat ini harus dimanfaatkan tidak hanya kepentingan pemasaran saja tetapi bisa juga dimanfaatkan dalam zona spasial untuk sebuah sumber data informasi ataupun ilmu pengetahuan. Keilmuan geodesi saat ini sangat memerlukan dukungan sebuah komputer untuk membantu meringankan suatu pekerjaan. Salah satu teknologi yang bisa dimanfaatkan adalah teknologi imersif merupakan teknologi yang menggabungkan batasan antara dunia nyata dengan dunia digital atau dunia simulasi dengan bentuk penggunaannya adalah *augmented reality* (AR).

Dalam pemanfaatan AR untuk kepentingan ilmu pengetahuan maupun metode sebuah pembelajaran memiliki tantangan tersendiri, pasalnya produk aplikasi yang dihasilkan dibuat dengan agar dapat bisa mendeteksi sebuah *Target Image* yang menggabungkan benda maya 2 dimensi ataupun 3 dimensi lalu memproyeksikan benda maya tersebut secara *real time*. Penelitian ini dilakukan untuk dapat menyadarkan kepada para pendaki gunung bahwa betapa pentingnya pemahaman terkait data dan informasi serta karakteristik daerah gunung atau pegunungan agar dapat meminimalisir terjadinya orang hilang di gunung.

Hasil dari penelitian ini dibuatnya sebuah aplikasi *Augmented Reality* yaitu dengan menggabungkan data *Image Target* berbentuk 2 dimensi dengan bantuan *software unity, vuforia* dan juga *Arcgis* sehingga dapat menampilkan secara nyata bentukan 3 dimensi medan berkontur sesungguhnya dengan dibantu menggunakan *device android/Smartphone*. Agar bisa memberikan pemahaman tentang peta gunung yang akan didaki. Selain itu juga dapat dijadikan sebuah metode pengajaran tentang pengimplementasian pemahaman tentang kondisi yang sebenarnya dalam peta

Kata Kunci: Pemetaan 3D, *Augmented Reality*, LoD, Media Pembelajaran

ABSTRACT

The current development of the world of 4.0 technology must be utilized not only for marketing purposes but can also be utilized in spatial zones for a source of information data or science. Current geodesy science really needs the support of a computer to help ease a job. One of the technologies that can be utilized is immersive technology, which is a technology that blurs the boundaries between the real world and the digital world or simulated world with its form of use is augmented reality (AR).

In the utilization of AR for the benefit of science and learning methods has its own challenges, because the resulting application product is made so that it can detect a Target Image that combines two-dimensional and or 3-dimensional virtual objects and then projects the virtual objects in real time. This research was conducted to be able to make mountain climbers aware of the importance of understanding related data and information as well as the characteristics of mountain or mountainous areas in order to minimize the occurrence of missing people on the mountain,

The result of this research is the creation of an Augmented Reality application, namely by combining 2-dimensional Image Target data with the help of unity software, vuforia and also Arcgis so that it can display a real 3-dimensional formation of the actual contoured terrain with the help of using an android / smartphone device. In order to provide an understanding of the mountain map to be climbed. In addition, it can also be used as a teaching method about implementing an understanding of the actual conditions on the map.

Keywords: 3D Mapping, Augmented Reality, LoD, Learning Media

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Hirobbil Alamin Rasa syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sholawat serta salam yang senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabatnya hingga seluruh pengikut hingga akhir zaman. Sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Implementasi Pembuatan Peta Interaktif Tiga Dimensi Berbasis Teknologi Augmented Reality (Studi Kasus : Kawasan Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat)”**. Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai jenjang Strata-1 Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Perencanaan, dan Arsitektur Universitas Winaya Mukti Bandung.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak akan berlangsung dengan baik tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak yang bersangkutan. Untuk itu apresiasi dan terima kasih ingin penulis sampaikan kepada :

1. Alm. Bapak Ir. Edy Martoyo, M.T., Atas dedikasinya kepada *Civitas Akademik*;
2. Bapak Raden Gumilar, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur Universitas Winaya Mukti;
3. Bapak Ir. Achmad Ruchlihadiana, T., M.M. selaku Dosen Pembimbing untuk meluangkan waktu tenaga dan pikirannya yang sabar dalam menuntun mengarahkan semua hal tentang ilmu disiplin yang diberikan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Ir. Hidayat Mustafa selaku Dosen yang dengan sabar memberikan ilmu-ilmunya dengan banyaknya teori yang diterapkan
5. Ibu Aning Haryati, S.T., M.T., selaku Dosen yang banyak memberika pelajaran pengalaman tentang Integritas;

6. Ibu Levana Apriani, S.T., M.T., selaku Dosen yang banyak memberikan pelajaran pengalaman tentang keberanian menjawab dan cara metode mengajar;
7. Dosen – dosen Teknik Geodesi lainnya yang telah memberikan masukan yang sangat berharga dalam penulisan Tugas Akhir ini;
8. Almh Ibu Surtini yang telah menyemangati pertama kali masuk kuliah walaupun tidak bisa melihat sampai akhir, bapak Supriyanto yang selalu memberikan do'a, sehingga penulis diberikan kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
9. PT Geo Stroom Indonesia yang memberikan pengalaman pekerjaan yang bisa berkembang dan dapat berkesempatan bekerja di luar daerah dan juga yang memotivasi untuk dapat menyelesaikan kuliah;
10. Rekan – rekan Angkatan 2018 yang telah berjuang bersama selama masa perkuliahan;
11. Rekan – rekan Himpunan Mahasiswa Geodesi Universitas Winaya Mukti yang telah menyediakan ruang diskusi terkait tugas – tugas perkuliahan;

Penulis berharap Tugas Akhir yang disusun dapat memberikan pengetahuan kepada para pembaca, sehingga dapat memberikan dampak positif bagi pengetahuan dan wawasan kita semua dan penulis juga menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik untuk diri penulis maupun pembaca.

Bandung, 26 September 2023

Penulis,

Alfi Chandra

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.	2
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG)	6
2.1.1 Komponen SIG.....	8
2.1.2 Data SIG	11
2.1.3 Peta Topografi	13
2.2 GNSS (<i>Global Navigation Satellite System</i>)	16
2.2 Teknologi Imersif.....	17
2.2.1 <i>Augmented Reality</i> (AR)	19
2.3.2 Penerapan Augmented Reality	21
2.4 Aplikasi Android	22
2.5 <i>Bing Maps SDK Unity</i>	23
2.6 Bahasa Pemrograman.....	24
2.7 <i>Unity Hub</i>	26
2.8 Pemodelan 3 Dimensi.....	27
2.9 <i>Level Of Detail</i>	29
2.10 <i>ArcGIS</i>	30
2.11 Penelitian Sebelumnya	31

BAB 3 METODE PENELITIAN	34
3.1 Metode Penelitian.....	34
3.2 Metode Pengumpulan Data	34
3.3 Kerangka Pemikiran.....	35
3.4 Operasionalisasi Penelitian	36
3.4.1 Lokasi Penelitian	36
3.4.2 Data yang diperlukan.....	37
3.4.3 Rancangan Penelitian	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Pengolahan Data	42
4.1.1 Hasil <i>Image Target</i>	42
4.1.2 Hasil Peta 3 Dimensi	45
4.1.3 Hasil Peta Interaktif <i>Augmented Reality</i>	48
4.2 Pembuatan Bahasa Pemrograman	50
4.3 Uji Coba Aplikasi.....	51
4.4 Evaluasi Implementasi	52
4.5 Penggunaan Media <i>Augmented Reality</i> Kedepannya.....	53
4.5.1 Sektor Pariwisata.....	54
4.5.2 Geolokasi.....	54
4.5.3 Penelitian Lebih Lanjut	55
BAB 5 KESIMPULAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Kerja Sig	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Overlay Data SIG	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Contoh Peta Tematik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Sektor Penggunaan Teknologi Imersif.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Contoh Pengaplikasian <i>Augmented Reality</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Penerapan <i>Augmented Reality</i> dalam Analisa.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Contoh Pengaplikasian <i>Bing Maps SDK</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 <i>Software Unity Hub</i> dengan <i>Maps SDK</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 Proses Pemodelan 3D.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 Tingkatan <i>LOD</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 <i>Software Arcgis</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran.....	35
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	37
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 4 Diagram alir Pengolahan data <i>Target Image</i> untuk image target	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Peta Kawasan Gunung Gede Pangrango berkontur	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 <i>Pattern Target Image</i> dan <i>Rating</i> dengan <i>Vuforia Engine</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 <i>Pattern Target Image</i> Gunung Gede Pangrango.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 <i>Licensce Key</i> untuk terintegrasi dengan <i>Unity Hub</i>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	31
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	32
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	33
Tabel 2. 4 Data yang digunakan Penelitian.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba Aplikasi	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Peta Gunung Gede Pangrango**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 1. 2 Dokumentasi dan Uji Coba Aplikasi **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 1. 3 *Script Microsoft Bing Maps SDK* ..**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 1. 4 Biodata Penulis**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SINGKATAN

AR	: <i>Augmented Reality.</i>
SIG	: Sistem informasi geografis.
LOD	: <i>Level Of Detail.</i>
SDK	: <i>Software development kit</i>
TNGGP	: Taman Nasional Gunung Gede Pangrango
API	: <i>Application Programming Interface</i>
3D	: 3 Dimensi
2D	: 2 Dimensi
AI	: <i>Artificial intelligence</i>
XR	: <i>Extended Reality</i>
VR	: <i>Virtual Reality</i>
GNSS	: <i>Global Navigation Satellite System</i>
DGPS	: <i>Diferential Global Positioning System</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

Gunung Gede Pangrango merupakan tempat destinasi wisata gunung bagi masyarakat Indonesia, dengan aksesibilitas saran yang memudahkan wisatawan datang ke lokasi obyek wisata (Suwantoro, 2004). Tak jarang para pendaki gunung tidak memperhatikan faktor keamanan dengan tidak mengetahui karakteristik Gunung Gede tersebut sehingga banyak terjadi hal yang tidak diinginkan terkait faktor subjektif dari kelalaian wisatawan karena tidak mengetahui kondisi dari lokasi tersebut. Dengan dibuatnya peta 3 dimensi daerah Gunung Gede yang dibuat secara interaktif dapat mengetahui secara umum gambaran gunung.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat membuat banyak orang dirasa perlu untuk mempelajari terkait teknologi imersif. Dalam media belajar salah satu masalah pada bidang pendidikan khususnya pendidikan sejarah adalah peserta didik yang mengalami kesulitan belajar, menurut penelitian yang dilakukan oleh Akhmad Saidillah pada tahun 2018, salah satu faktor kesulitan belajar pada pembelajaran sejarah adalah bahan ajar yang terlalu teoritis dalam perspektif peserta didik, pemanfaatan berbagai media cenderung kurang optimal (Saidillah, 2018). Teknologi imersif banyak diterapkan diberbagai sektor termasuk dalam dunia industri seperti seni, hiburan, permainan *video game*, cerita interaktif, militer, pendidikan, kedokteran serta pembangunan infrastruktur. Saat ini teknologi imersif telah menjadi suatu hal yang biasa bagi banyak kalangan.

Teknologi Imersif terdiri beberapa jenis seperti *virtual reality* adalah salah satu dari teknologi multimedia yang memiliki kelebihan dalam mendeskripsikan sebuah keadaan atau sebuah obyek dimana visualisasi yang ditampilkan tidak hanya

dapat dilihat dari satu sudut pandang saja namun dapat dilihat dari segala sudut, karena memiliki 3 dimensi visual sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer (*Virtual Environment*) (Trieddiantoro, H., 2015). *Augmented Reality* atau AR adalah teknologi yang meletakkan objek *virtual* dan imajinasi ke dalam dunia nyata. AR bisa digunakan dengan *smartphone*, Maka informasi 3D pun akan muncul di layar *Handphone*.

Berdasarkan dengan pemahaman diatas dan juga adanya revolusi teknologi sehingga pada penelitian ini akan dibuat sebuah peta interaktif berbasis teknologi *augmented reality* yang menghasilkan sebuah penerapan dari teknologi yang dapat menampilkan objek virtual 3D kedalam lingkungan yang nyata. Diharapkan dengan melihat peta tersebut bisa menjadi sebuah inovasi yang lebih dapat memadukan dunia nyata dan dunia maya agar dapat membantu dalam pembangunan infrastruktur sehingga bisa menghasilkan sebuah peta yang dapat membantu analisis situasi.

1.1 Latar Belakang.

Teknik geodesi dahulunya berkaitan dengan dunia survei dan pemetaan yang melakukan pekerjaannya di lapangan. Perkembangan teknologi digital di era 4.0 telah memperluas ruang lingkup keilmuan dan keahlian dari bidang geodesi sehingga peta telah dikelola sebagai informasi geografis berkomputer. Itu sebabnya dunia internasional telah mengadopsi hal baru menggabungkan antara dunia informatika dan geodesi yang menjadikan geomatika atau geoinformatika. Sehingga di Indonesia banyak universitas yang terdapat jurusan geomatika.

Saat ini Indonesia sudah banyak melakukan pekerjaan survei dan pemetaan dengan menggunakan hasil data berupa 3 dimensi dimana hasil data tersebut dapat secara nyata memberikan kondisi yang sebenarnya yang juga menerapkan perkembangan revolusi industri 4.0. Perkembangan internet dan teknologi yang sangat masif membuat segala hal menjadi tanpa batas dan data yang ada tidak terbatas, hal ini menjadi tulang punggung dari pergerakan dan hubungan mesin dan manusia (Risdianto, 2019). Pesatnya perkembangan teknologi di dunia membuat banyak hal yang diawali dengan angan dan impian menjadi kenyataan. Mengutip dari laman *Forbes*, revolusi industri generasi keempat bisa diartikan sebagai adanya ikut campur sebuah sistem cerdas dan otomasi dalam industri. Hal ini digerakkan oleh data melalui teknologi *machine learning* dan AI.

Peta 3 dimensi saat ini banyak menggunakan agar bisa memahami kondisi peta 3 dimensi maka objek pada peta dilihat lebih hidup seperti pada keadaan sesungguhnya, sehingga untuk menganalisis suatu peta dapat lebih mudah dilakukan (Rostianingsih, S, 2004). Dan menunjukkan tingginya bukit puncakan sebuah gunung dan curamnya lembahan yang bisa disebut juga sebagai miniatur suatu wilayah atau bentuk tiruan suatu tempat yang dibuat dalam bentuk lebih kecil.

Teknik visualisasi 3D mempunyai nilai tambah dalam strategi pemasaran. karena merupakan solusi yang menarik bagi para pelaku bisnis yang dituntut untuk selalu kreatif. *Augmented Reality* 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*.

1.2 Identifikasi Masalah

Perkembangan teknologi membuat banyak hal menjadi mudah sehingga bisa mengefisiensi waktu, hal ini juga berpengaruh di dunia survei pemetaan dengan teknologi. Salah satunya terakut metode pembelajaran yang dapat merepresentasikan hasil data kontur 2 dimensi bisa dijadikan 3 dimensi dengan hanya dilakukan dengan *scanning* oleh *device android*. Sehingga dapat bisa memahami secara nyata.

1.3 Rumusan Masalah

Luasnya ruang lingkup penelitian ini maka penulis memberikan beberapa batasan yang akan dijadikan panduan dalam melakukan penelitian:

1. Bagaimana cara menggabungkan data dari satelit yang dikelola *bing maps* dari *Microsoft* dipadukan untuk dijadikan data 3D dari *software Unity* dan *Vuforia* yang berfungsi memproses dari *Target Image* yang akan dijadikan dari *Augmented Reality*?
2. Bagaimana membuat aplikasi hasil olahan yang bisa dijalankan oleh *device android*?
3. Bagaimana membuat sebuah target gambar menjadi sebuah kata kunci dalam memunculkan peta 3 dimensi?
4. Bagaimana cara membuat konektivitas antara sebuah aplikasi yang bukan tersedia di *play store* dapat muncul di android.

1.4 Tujuan Penelitian

Menurut rumusan masalah diatas maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk;

1. Pembuatan peta interaktif dalam sebuah data dari citra satelit yang digunakan oleh *Bing maps* berbasis teknologi *Augmented Reality*.
2. Memberikan sebuah media pembelajaran kepada masyarakat umum tentang pengenalan sebuah bentangan alam yang dilihat dari peta 2D yang bisa menjadi 3D.
3. Mengetahui pembuatan sebuah aplikasi yang bisa dijalankan dari sebuah *device android*.
4. Mengetahui secara urutan versi android yang dapat dijalankan oleh aplikasi yang tidak tersedia di *play store*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah manfaat secara teoritis dan manfaat secara praktis.

1. Manfaat Teoritis
 - a. Dapat memberikan suatu informasi dengan hanya menggunakan *device android*. Yang dapat memberikan kesan secara imajinasi yang digabungkan antara dunia nyata dan maya.
2. Manfaat Praktisi
 - a. Dapat menjadi acuan perencanaan pembangunan infrastruktur dimasa yang akan datang sehingga lebih memudahkan dalam mengambil keputusan secara *on site*.

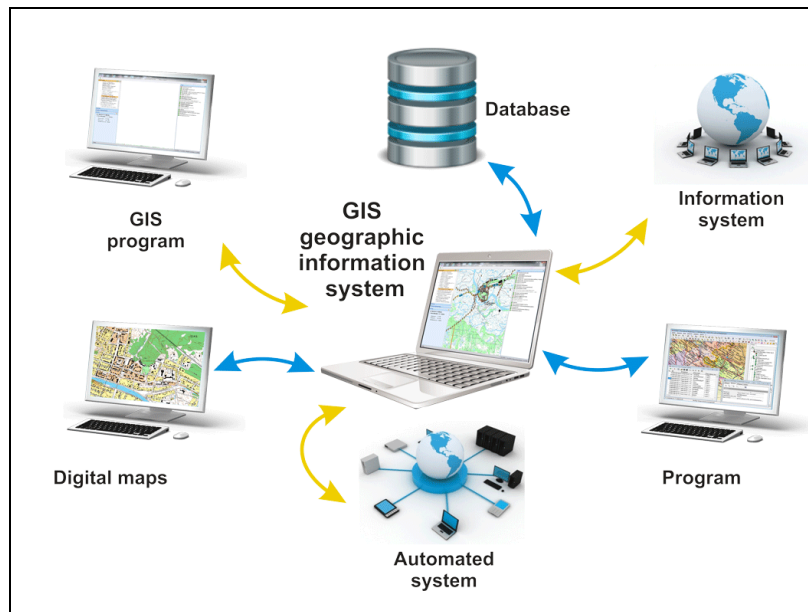
BAB 2

DASAR TEORI

Dasar teori merupakan penjelasan dari alat ataupun metode yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini, fungsinya untuk memberikan informasi tentang penjelasan terhadap tugas akhir yang dilakukan. Agar dapat memahami lebih lanjut apa saja yang terdapat dari kegiatan tugas akhir ini. Dasar Teori ini juga dapat membantu menjelaskan berupa *software* ataupun alat yang digunakan.

2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Georafis atau *Geographic Information System* (GIS) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem informasi dapat didefinisikan sebagai suatu sistem didalam suatu organisasi yang merupakan kombinasi dari orang-orang, fasilitas, teknologi, media, prosedur-prosedur dan pengendalian yang ditujukan untuk mendapatkan jalur komunikasi penting, memproses tipe transaksi tertentu, memberi sinyal kepada manajemen dan yang lainnya terhadap kejadian-kejadian internal dan eksternal yang penting dan menyediakan suatu dasar informasi untuk pengambilan keputusan cerdas (Hartono, Jogiyanto H.M 1999). Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan Sistem Informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang terjadi.



Gambar 2. 1 Alur Kerja SIG (Enugiru, 2016)

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan berikut ini :

- a. Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk di antaranya informasi datum dan proyeksi.
- b. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, suatu lokasi memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya, contohnya: jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya.

2.1.1 Komponen SIG

Sebagai salah satu jenis sistem informasi yang berbasis komputer, SIG tentunya membutuhkan seperangkat komputer sebagai komponen-komponen utamanya termasuk sumber daya manusia yang mengoperasikannya (Kang-tsung Chang, 2016), maka berikut adalah komponen yang diperlukan:

1. Sumberdaya Manusia (*Brainware*)

Manusia sebagai pemikir, pemakai dan pelaksana SIG sangat menentukan sukses atau tidaknya pengoperasian SIG. Sebagai salah satu komponen SIG, sumber daya manusia (*brainware*) perlu untuk melakukan pelatihan untuk dapat menjadi operator SIG yang handal. Tanpa pengetahuan yang cukup, rasanya tidak mungkin bisa didapatkan hasil SIG yang memuaskan, beberapa tahapan SIG yang harus dilakukan semuanya harus dilakukan oleh manusia, seperti pengumpulan dan pemasukan data, pembentukan basis data, pelaksanaan analisa data, penerapan aplikasi SIG, dan sampai dengan keluaran data tetap masih membutuhkan tenaga manusia. Dari semua tahapan tersebut, masing-masing memerlukan sumberdaya manusia (SDM) yang harus memikirkan keberadaan SIG, SDM yang harus menangani SIG, dan SDM yang melaksanakan SIG (Nur Fitriana Sari, 2014).

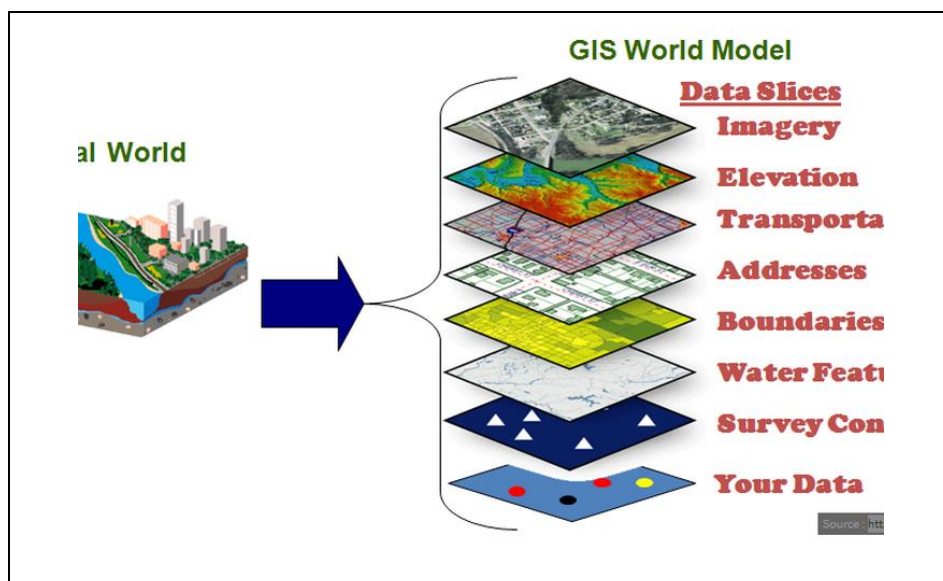
2. Perangkat Keras (*Hardware*)

SIG membutuhkan komputer untuk penyimpanan dan pemrosesan data. Ukuran dari sistem komputerisasi bergantung pada tipe SIG itu sendiri. SIG dengan skala yang kecil hanya membutuhkan PC (*personal computer*) yang kecil dan demikian pula sebaliknya. Untuk SIG yang dibuat berskala besar diperlukan spesifikasi komputer yang besar. Hal ini disebabkan data yang digunakan dalam SIG baik data vektor maupun data raster penyimpanannya membutuhkan ruang yang besar dan dalam proses analisisnya membutuhkan memori yang besar dan prosesor yang cepat. Perangkat keras adalah wujud fisik dari perangkat komputer dan perlengkapannya. Perangkat keras ini harus mampu melayani perangkat lunak aplikasi SIG. Sama halnya dengan konfigurasi perangkat keras aplikasi lain, konfigurasi perangkat keras untuk SIG terdiri dari unit masukan (*input device*), pusat pengolahan data (*central processing unit/cpu*), dan unit keluaran (*output devices*) (GIZ, 2012).

Data yang dibutuhkan dan telah disimpan dalam bentuk *layer* tinggal dipanggil kembali sesuai dengan kebutuhan pembuatan peta. Pada tahapan ini, juga sekaligus dilakukan pengkonversian koordinat dari peta analog ke peta digital yang didigit. Sedangkan proses konversi data analog ke format digital secara otomatis dikenal dengan istilah penyiaman (*scanning*). Alat yang digunakan disebut *scanner*. Dengan cara memasukkan peta analog ke dalam *scanner*, secara otomatis bisa didapatkan peta *digital* dari peta analog tersebut. Pelaksanaan *scanning* ini jauh lebih cepat dan lebih teliti tergantung dari *scanner* yang digunakan. Apabila dibandingkan dengan *digitizing*, proses *scanning* ini lebih teliti karena faktor *human*

error terlebih pada saat mendigitasi, bisa dihindari. Adapun untuk memasukkan data atribut digunakan *keyboard*. Selain itu sebagai bagian dari *hardware* dikenal juga *mouse* yang digunakan sebagai alat pemasukan data selain *keyboard*.

Processor berkemampuan tinggi seperti *pentium IV*, bahkan apabila diperlukan juga bisa dengan menggunakan *processor* ganda. Di dalam CPU terdapat pula *Random Access Memory* (RAM). Dibandingkan dengan RAM, akses pada *Storage* ini agak lambat. *Harddisk*, disket, *CD-ROM*, dan pita magnetis merupakan contoh-contoh dari perangkat ini. Kebutuhan *Storage* ini sangat bervariasi dari SIG satu ke SIG yang lain. Perangkat lunak yang kecil dan sederhana hanya memerlukan *storage* di bawah 5 mb. Sementara SIG yang besar memerlukan *Storage* dengan kapasitas sampai ratusan mb (Prahasta, 2009).



Gambar 2. 2 Overlay Data SIG (Nur Fitriana, 2014)

Supaya informasi yang dihasilkan SIG dapat digunakan sebagai alat pengambil keputusan, informasi tersebut harus disajikan dalam bentuk yang mudah dimengerti oleh para pengambil keputusan. Alat yang dipergunakan sebagai proses penyajian informasi geografis adalah *plotter*, atau layar monitor (*visual display unit/vdu*).

2.1.2 Data SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) ini adalah suatu sistem komputer yang mempunyai sub sistem yang terdiri dari 4 (empat) kemampuan di dalam menangani data yang bereferensi geografis, Aplikasi SIG dapat digunakan untuk kepentingan selama data yang diolah memiliki referensi geografis (Bernhardsen, 2002), maksudnya data tersebut terdiri dari fenomena atau objek yang dapat disajikan dalam bentuk fisik serta memiliki lokasi keruangan, Teknologi sistem informasi geografis dapat digunakan untuk investigasi ilmiah pengolahan sumber daya, perencanaan pembangunan, kartografi dan rencana rute, sehingga dari data yang diperoleh didapatkan perpaduan data untuk disajikan.

a. Data input

Subsistem ini terkait dengan tugas mengumpulkan, mempersiapkan serta juga menyimpan data spasial dan juga atributnya dari berbagai sumber. Data SIG yang dipergunakan di dalam penelitian, dapatlah dibedakan diantaranya sebagai berikut (Prahasta, 2009):

1. Data grafis/geometris, ini merupakan data SIG yang berbentuk vektor serta raster. Data vektor ini mempunyai arah serta jarak. Data raster tersebut berbentuk piksel.

2. Data atribut ini merupakan identitas yang dimiliki data grafis.

Sumber data SIG dengan berdasarkan cara perolehannya diantaranya sebagai berikut.

- a. Data terestrial ini merupakan data yang diperoleh serta pengukuran langsung di lapangan.
- b. Data sekunder ini merupakan data yang diperoleh bukan serta pengukuran langsung di lapangan.

Sumber data Sistem Informasi Geografis (SIG) diantaranya sebagai berikut.

- a. Peta analog.
- b. Data sistem penginderaan jauh.
- c. Data hasil pengukuran lapangan.
- d. Data *Global Positioning System* (GPS).

Proses pemasukan data SIG tersebut dilakukan di dalam beberapa tahapan, yang mana proses tersebut dijalankan dengan melalui langkah-langkah yang tersistem dengan secara berurutan. Adapun tahapan itu diantaranya sebagai berikut;

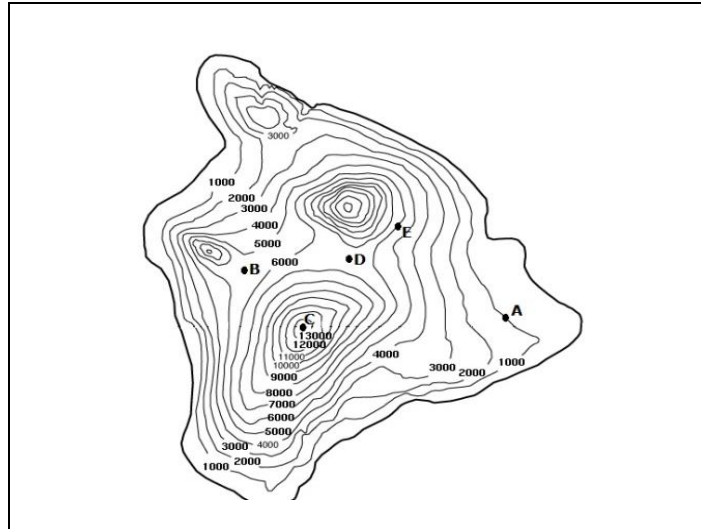
- a. Akuisisi ini adalah proses pertama yakni berupa pemasukan serta perekaman data ke komputer yang diawali dengan suatu digitasi.
- b. Tahapan ini menguraikan mengenai topologi data yang harus senantiasanya itu dijalankan untuk membedakan pada uraian antara area, garis, serta juga titik.

- c. Penempelatan pada atribut yang dipergunakan di dalam proses identitas itu akan serangkaian data yang terstruktur.
- d. Transformasi koordinat, merupakan bagian tahap yang menentukan jumlah asal muasal dari koordinat sehingga terjadi suatu penyesesuaian yakni dengan kondisi di lapangan (GIZ, 2012).

2.1.3 Peta Topografi

Peta topografi adalah peta yang menggambarkan tinggi dan rendahnya bentuk permukaan bumi menggunakan garis kontur elevasi. Garis kontur elevasi sendiri memiliki arti sebagai garis-garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang memiliki ketinggian yang sama dari permukaan tanah dan berkesinambungan satu sama lain. Peta topografi merupakan satu dari beberapa jenis peta berskala besar yang yang dibuat manusia dan biasanya berisi gambar tentang ketinggian garis gunung, pegunungan, sungai, danau, lembah, dataran tinggi, dataran rendah, lereng, dasar laut, dan sebagainya (Aryono Prihandito, 1989).

Selain pengertian peta topografi di atas, ada pula pengertian yang diberikan oleh beberapa ahli. Menurut Suparno dan Endy (2005), peta topografi adalah skematika perpetaan yang menggambarkan bentuk permukaan bumi melalui sejumlah garis ketinggian terkait dengan kemiringan lahan dan kemiringan lereng dalam permukaan planet bumi.



Gambar 2. 3 Contoh Peta Tematik (*Edy Irwansyah, 2013*)

Pada dasarnya peta togorafi banyak digunakan dalam penganalisisan data awal dimana mempunyai fungsi masing-masing.

1. Dengan garis-garis kontur yang ada di permukaan peta, kamu bisa melihat perbedaan ketinggian permukaan dan juga kontur tanah di suatu wilayah.
2. Peta topografi memperlihatkan kontur suatu wilayah seperti ketinggian kontur sampai tingkat vegetasi dan objek-objek yang dibangun manusia.
3. Peta topografi bisa menjadi alat navigasi yang memberikan informasi tentang lokasi, jarak antarpemukiman penduduk, rute jalan, keberadaan sungai, danau, dasar laut, dan sebagainya.
4. Peta topografi bisa menjadi pedoman saat merencanakan tata guna lahan, pembangunan, dan sebagainya.
5. Peta topografi memiliki karakteristik khusus yang kemungkinan tidak dimengerti orang awam. Sehingga peta ini salah satunya hanya dimanfaatkan untuk kepentingan militer yang memberikan informasi tentang unsur-unsur

yang menguntungkan di saat bertempur. Selain untuk kepentingan di atas, biasanya peta topografi hanya disediakan lembaga tertentu demi kepentingan di dunia pendidikan.

Pada pembuatan peta tematik, peta dasar yang digunakan adalah peta topografi. Perbedaan antara peta tematik dan peta topografi adalah jika pada peta topografi disajikan antara lain bentang alam, unsur transportasi, unsur perairan, pemukiman yang sesuai dengan keperluan pengguna peta, maka pada peta tematik unsur-unsur topografi tertentu saja yang ditampilkan misalnya garis pantai, batas administrasi, jalan utama, sesuai dengan tema peta yang disajikan (Djauhari Noor, 2010).

Peta tematik menekankan variasi spasial dari satu atau sejumlah kecil distribusi geografis. Distribusi ini mungkin fenomena fisik seperti iklim atau karakteristik manusia, contohnya kepadatan penduduk dan masalah kesehatan. Pada peta tematik, suatu lokasi menjadi sangat penting karena dapat memberikan dasar referensi mengenai akan terjadinya fenomena yang dipilih.

Peta tematik melayani tiga tujuan utama, yaitu:

1. memberikan informasi spesifik tentang lokasi tertentu;
2. memberikan informasi umum tentang pola geospasial;
3. dapat digunakan untuk membandingkan pola pada dua atau lebih peta.

Sebagai contoh adalah peta data demografis seperti peta kepadatan penduduk. Pada saat merancang peta tematik, kartografer harus menyeimbangkan sejumlah faktor agar dapat secara efektif mewakili data. Selain akurasi geospasial,

dan estetika, kebiasaan persepsi visual manusia dan format presentasi harus diperhitungkan.

Pengguna peta juga perlu diperhatikan karena sama pentingnya dengan peta yang akan dibuat. Siapa yang akan menggunakan atau membaca peta tematik, dan untuk tujuan apa peta tersebut dibuat, akan membantu menentukan bagaimana peta tematik harus dirancang. Pengguna peta tematik beragam, bisa ilmuwan politik, ahli biologi, ahli perencana, ahli kesehatan, ahli ekonomi, sehingga pemilihan jenis peta tematik dan disain visualisasinya sangat perlu diperhatikan, supaya peta tematik yang dibuat dapat digunakan untuk pengambilan keputusan.

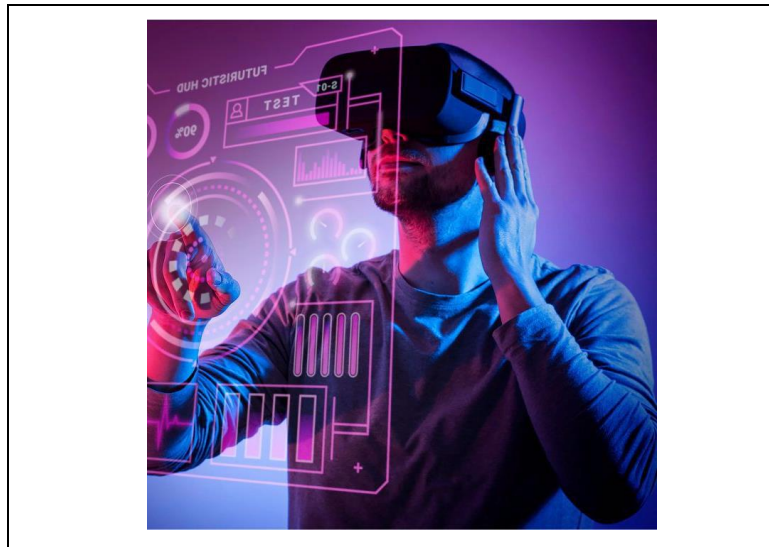
2.2 GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

GNSS adalah singkatan dari (*Global Navigation Satellite System*). GNSS tersebut merupakan teknologi yang digunakan untuk menentukan posisi atau lokasi (lintang bujur, dan ketinggian) serta waktu dalam satuan ilmiah di bumi. Satelit akan mentransmisikan sinyal radio dengan *frekuensi* tinggi yang berisi data waktu dan posisi yang dapat diambil oleh penerima yang memungkinkan pengguna untuk mengetahui lokasi tepat mereka dimanapun dipermukaan bumi (Abidin, 2001). Pesatnya perkembangan zaman mengakibatkan pemanfaatan teknologi GNSS dapat digunakan untuk pengukuran berbagai keperluan yang membutuhkan penentuan posisi secara tepat dan cepat. Saat ini, di Indonesia banyak menggunakan sistem GNSS yang beroperasi secara kontinyu selama 24 jam sebagai acuan penentuan posisi dengan tingkat ketelitian yang tinggi atau yang disebut CORS (*Continously Operating Reference Stations*).

Pengukuran bidang tanah dengan metode pengamatan satelit adalah pengukuran dengan menggunakan sinyal-sinyal gelombang *elektromagnetik* yang dipancarkan dari minimal 4 satelit menggunakan alat GPS/GNSS *geodetik*. Dan selain DGPS ada juga terdapat GPS *handheld* dimana gps ini biasa digunakan dengan secara *absolute* hanya mengandalkan satelit. Untuk melakukan perjalanan navigasi hutan dengan menggunakan GPS *handheld* sudah cukup.

2.2 Teknologi Imersif

Teknologi Imersif adalah merupakan teknologi yang mengaburkan batasan antara dunia nyata dengan dunia *digital* atau dunia simulasi, sehingga penggunaanya bisa merasakan suasana yang mirip dengan dunia nyata. Teknologi imersif banyak diterapkan diberbagai sektor termasuk dalam dunia industri seperti seni, hiburan, permainan *video game*, cerita interaktif, militer, pendidikan, kedokteran serta pembangunan infrastruktur. Saat ini teknologi imersif telah menjadi suatu hal yang biasa bagi banyak kalangan, maka hal tersebut memungkinkan teknologi ini akan digunakan lebih luas dalam berbagi bidang. (Trieddiantoro, H., 2015).



Gambar 2. 4 Sektor Penggunaan Teknologi Imersif (*Trieddiantoro, H., 2015*).

Namun, pengguna teknologi ini tidak dapat melihat langsung ketika memakainya. Orang ketiga / pengatur grafis akan membantu pengguna, sehingga, pengguna seolah-olah bisa melihat langsung teknologi imersif yang tengah dipakai.

Teknologi Imersif terdiri dari beberapa jenis seperti *Virtual Reality* atau VR adalah teknologi yang disimulasikan dengan *device* kacamata untuk mendapatkan pandangan 360 derajat dari dunia buatan. *Augmented Reality* atau AR adalah teknologi yang meletakkan objek *virtual* dan imajinasi ke dalam dunia nyata. AR bisa digunakan dengan *smartphone*, dengan memunculkan gambar tertentu yang menjadi *trigger*. Maka informasi 3D pun akan muncul di layar HP. Kemudian, *Mixed Reality* atau MR adalah kombinasi dari AR dan VR, di mana objek *digital* dan dunia nyata hidup berdampingan. Pendekatan-pendekatan teknologi imersif ini dapat mengurangi tingkat kecelakaan dan kerusakan mesin (Ardiana, 2022).

Berdasarkan dengan pemahaman di atas dan juga adanya revolusi teknologi sehingga Pada penelitian ini akan dibuat sebuah peta interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality* yang menghasilkan sebuah penerapan dari teknologi yang dapat menampilkan objek virtual 3D kedalam lingkungan yang nyata. Diharapkan dengan melihat peta tersebut bisa menjadi sebuah inovasi yang lebih dapat memadukan dunia nyata dan dunia maya agar dapat membantu dalam pembangunan infrastruktur sehingga bisa menghasilkan sebuah peta yang dapat membantu analisis situasi (Darojat et al., 2022).

2.2.1 *Augmented Reality* (AR)

AR (*Augmented Reality*), adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara realitas dalam waktu nyata. Realitas bertambah dapat diaplikasikan untuk semua indera, termasuk pendengaran, sentuhan, dan penciuman (Andriyadi, 2011:3). Selain digunakan dalam bidang-bidang seperti kesehatan, militer, industri manufaktur maupun dunia pendidikan. Teknologi AR ini dapat menyisipkan suatu informasi tertentu ke dalam dunia maya dan menampilkannya di dunia nyata dengan bantuan perlengkapan seperti *webcam*, komputer, HP *Android*, maupun kacamata khusus.

Metode yang dikembangkan pada *Augmented Reality* saat ini terbagi menjadi dua metode, yaitu *Target Image Based Tracking* dan *Markless Augmented Reality*.

1. *Target Image Augmented Reality (Target Image Based Tracking)*

Target Image biasanya merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi *target image* dan menciptakan dunia *virtual* 3D yaitu titik (0,0,0) dan tiga sumbu yaitu X, Y, dan Z (Nasruddin, 2012:5)

2. *Target Imageless Augmented Reality*

Salah satu metode Augmented Reality yang saat ini sedang berkembang adalah metode “*Target Imageless Augmented Reality*”, dengan metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah *target image* untuk menampilkan elemen-elemen *digital*, dengan *tool* yang disediakan *Qualcomm* untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis *mobile device*, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang *Target Imageless* (Qualcomm, 2012).

a. *Face Tracking*

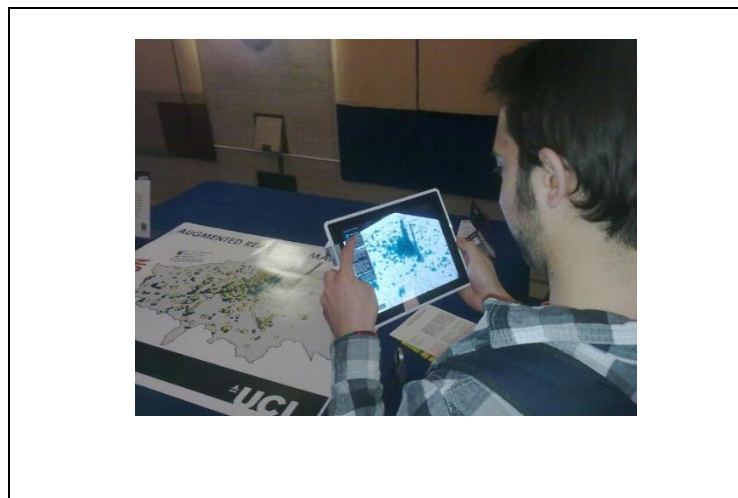
Algoritma pada *computer* terus dikembangkan, hal ini membuat komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan lain – lain.

b. *3D Object Tracking*

Berbeda dengan *Face Tracking* yang hanya mengenali wajah manusia secara umum, teknik *3D Object Tracking* dapat mengenali semua bentuk benda yang ada disekitar, seperti mobil, meja, televisi, dan lain-lain.

c. *GPS Based Tracking*

Teknik *GPS Based Tracking* saat ini mulai populer dan banyak dikembangkan pada aplikasi *smartphone* (*iPhone* dan *Android*), dengan memanfaatkan fitur GPS dan kompas yang ada didalam *smartphone*, aplikasi akan mengambil data dari GPS dan kompas kemudian menampilkannya dalam bentuk arah yang kita inginkan secara *realtime*, bahkan ada beberapa aplikasi menampilkannya dalam bentuk 3D.

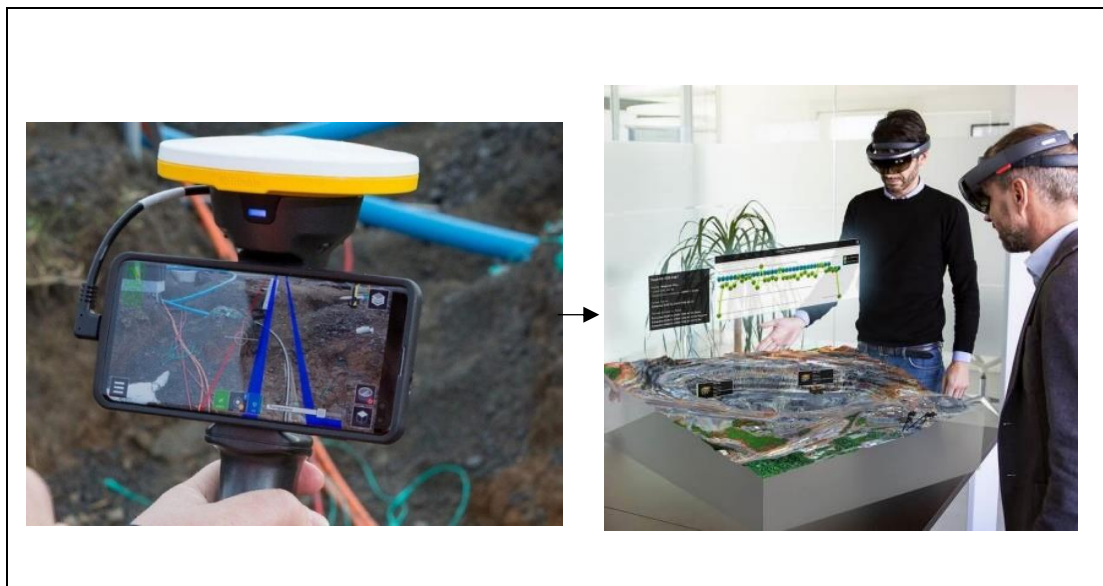


Gambar 2. 5 Contoh Pengaplikasian *Augmented Reality* (Tobias, Unsplash)

2.3.2 Penerapan *Augmented Reality*

Penerapan Teknologi imersif harapannya bisa dapat dikembangkan dan digunakan dimasa yang akan datang guna membantu manusia dalam meringankan pekerjaannya. Hal ini dibuktikan bahwa banyak sekali metode penggabungan antara dunia maya dengan dunia nyata dengan munculnya *metaverse* yang dapat dikembangkan dimasa yang akan datang. Selain itu teknologi *augmented reality* saat ini juga banyak digunakan dalam dunia perencanaan pembangunan, untuk

mendeteksi fasilitas yang berada dibawah tanah yang terintegrasi dengan bantuan GNSS keluaran *trimbel* yang dapat menghasilkan keakuratan data yang sesuai dengan posisi dimana benda dibawah tanah ditemukan. Hal lain juga dapat dibuat dan dikembangkan dalam teknologi *augmented reality* ini dalam dunia pembelajaran yang dapat membuat imajinasi berjalan untuk membayangkan tampak nyatanya (Andriyadi, 2011:3)



Gambar 2. 6 Penerapan *Augmented Reality* dalam Analisa (Desk Trimble, 2019)

2.4 Aplikasi Android

Aplikasi dalam sistem android secara umum adalah sebuah bagian perancangan mengenai operasi yang berhubungan dengan perangkat *mobile* berbasis *linux* yang mana dalam aplikasi *android* mencakup sistem operasi, aplikasi, dan *middleware*. Ketiga unsur ini sangat erat kaitannya dengan penggunaan dalam *smartphone*.

Sedangkan definisi aplikasi android menurut para ahli, antara lain;

a. Murtiwiwati dan Glenn Lauren (2013)

Menurutnya, dalam aplikasi android menyediakan *platform* secara terbuka bagi para pengguna, pengembang dalam menciptakan berbagai bentuk aplikasi yang mereka inginkan. Aplikasi ini bisa dalam bentuk pengetahuan, *game*, pendidikan, agama, dan lain sebagainya.

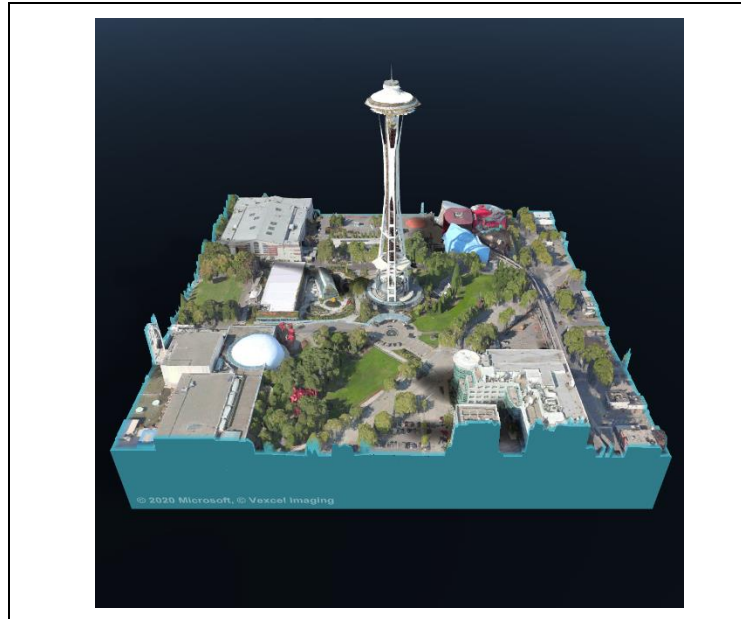
b. Holla and Mahima (2012)

Aplikasi Android menggunakan bahasa *java*, hal ini dapat mengontrol perangkat *mobile* melalui *goole-enabled java*. Ini adalah *platform* penting untuk mengembangkan aplikasi *mobile* menggunakan *software stack* yang disediakan di *google Android SDK*. *Mobile Android OS* disini menyediakan lingkungan yang fleksibel untuk pengembang aplikasi android yaitu bisa menggunakan *Android java* namun juga dapat menggunakan *normal Java IDEs*.

2.5 Bing Maps SDK Unity

Maps SDK, proyek Garasi *Microsoft* menyediakan kemampuan untuk memvisualisasikan peta 3D dalam proyek berbasis *Unity*. SDK menangani *streaming* dan *rendering* data medan 3D dengan cakupan seluruh dunia. Kota dan wilayah tertentu ditampilkan dengan tingkat detail yang sangat tinggi (Pradeep Viswav, 2019).

Maps SDK, proyek *Microsoft Garage* telah dioptimalkan untuk aplikasi dan perangkat realitas campuran termasuk *HoloLens*, *HoloLens 2*, *headset Windows Immersive*, *HTC Vive*, dan *Oculus Rift*. SDK juga menyediakan API untuk layanan.



Gambar 2. 7 Contoh Pengaplikasian Bing Maps SDK (Bing Team, 2019)

2.6 Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman merupakan media penghubung bagi *programmer* atau pengembang *website* untuk berkomunikasi dengan komputer. Bahasa pemrograman terdiri dari beberapa regulasi yang memungkinkan nilai *string* untuk diubah menjadi berbagai metode dalam menghasilkan *machine coding*, bahasa pemrograman visual, elemen grafis, dan semacamnya. Saat ini, pengembangan bahasa pemrograman harus dapat memecahkan masalah menggunakan tingkat abstraksi yang lebih tinggi. Awal penciptaan bahasa pemrograman adalah bahasa sederhana dari *hardware* sebagai perintah ke komputer.

Jenis-Jenis Bahasa Pemrograman

Banyak jenis-jenis bahasa pemrograman yang pasti digunakan untuk berbagai aplikasi dan harus dikuasai para *programmer*. Berikut beberapa di antaranya:

a. *JavaScript*

Bahasa pemrograman yang satu ini adalah yang terpopuler untuk berbagai situs. Selain mudah dipelajari, *JavaScript* juga menjadi bahasa pemrograman yang paling inti dan pasti digunakan. Semua *programmer* pemula wajib mempelajarinya.

b. Visual Basic

Visual Basic adalah produk Microsoft, di mana bahasa pemrograman ini memiliki karakter *event driven*. Sesuai namanya, bahasa pemrograman ini adalah yang paling dasar, di mana perintah mudah dapat dimengerti oleh komputer. Visual Basic digunakan untuk aplikasi yang sangat sederhana.

c. *Python*

Python sering menjadi bahasa pemrograman untuk otomatisasi data dan analisis untuk situs web dan perangkat lunak. Karakternya sangat umum sehingga dapat digunakan dalam pembuatan program yang berbeda-beda.

d. HTML

Bahasa pemrograman ini adalah yang paling standar. Bahkan, pemula pun dapat membuat *website* dengan mudah dengan jenis bahasa ini.

e. C++

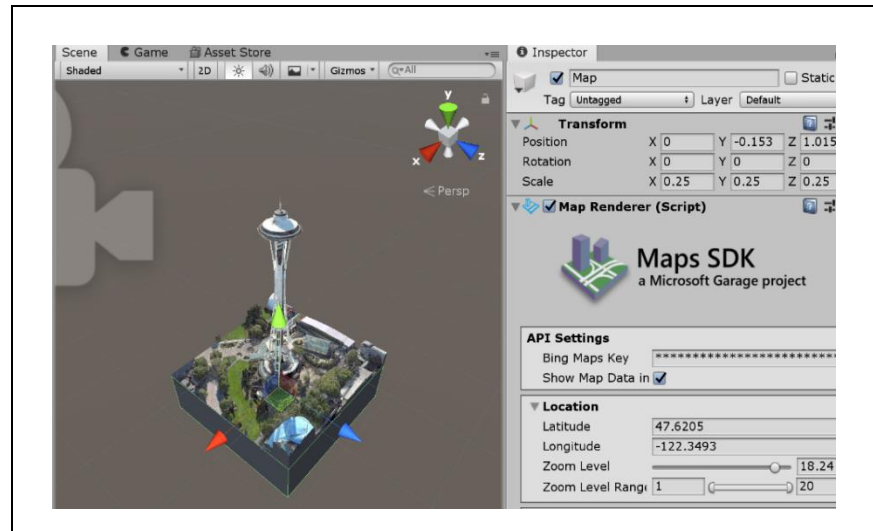
Bjarne Stroustrup mengembangkan C++ sebagai bahasa pemrograman lintas *platform*, yang digunakan untuk membuat aplikasi dengan kinerja tinggi untuk sumber daya sistem dan memori.

2.7 Unity Hub

Unity Hub sebuah *platform* dimana banyak orang yang membuat hasil karyanya bisa dapat dipublikasikan dengan *software* lainnya. *Unity* merupakan salah satu *game engine* yang dapat digunakan untuk membuat *game* secara *cross platform*. Dulunya *game engine* ini dikenal juga sebagai *Unity 3D*, karena keunggulan utamanya terletak pada pembuatan *game* berbasis *3D*. Namun dengan seiringnya waktu, perkembangan *game engine* ini juga mulai mendukung secara penuh untuk pembuatan *game* berbasis *2D*. Selain itu, sesuai dengan namanya, *Unity*, *game engine* ini mempunyai prinsip penyatuan, dengan adanya sistem *package manager* serta *component based architecture*, pembuatan *game* bisa berjalan lebih cepat dengan mengandalkan *package* maupun *component* (Davit Helgason Nicholas, 2004)

Unity Engine memiliki kerangka kerja (*framework*) lengkap untuk pengembangan profesional. Sistem inti *engine* ini menggunakan beberapa pilihan bahasa pemrograman, diantaranya *C#*, *javascript* maupun *boo*. *Unity3D editor* menyediakan beberapa alat untuk mempermudah pengembangan yaitu *Unity Tree* dan *terrain creator* untuk mempermudah pembuatan vegetasi dan *terrain* serta *Mono Develop* untuk proses pemrograman. Dalam pengerjaan aplikasi ini menggunakan *library Unity AR*. *Unity Ar* menyediakan sebuah *interface* ke *ARToolkit* yang dikemas secara menarik oleh *unity3D*. *Webcam* yang terhubung lokal digunakan sebagai sumber masukan untuk pengenalan pola. *Interface* ini memungkinkan untuk mendeteksi beberapa *source* dari aplikasi yang berjalan.

Melalui *Unity AR* pengguna akan diberikan informasi tentang posisi dan rotasi suatu pola yang telah terdaftar sebelumnya.



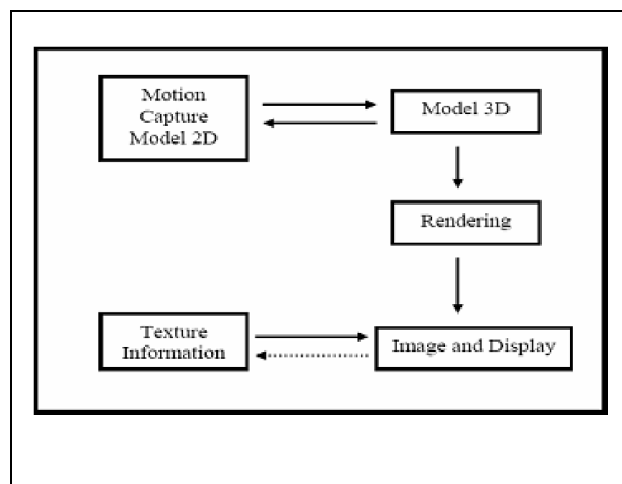
Gambar 2. 8 Software Unity Hub dengan Maps SDK (Bing Team, 2019)

2.8 Pemodelan 3 Dimensi

Istilah *3D modeling* atau “pemodelan 3D” mengacu pada proses pembuatan representasi tiga dimensi dari suatu objek menggunakan perangkat lunak khusus. representasi ini, yang disebut model 3D, dapat menyampaikan ukuran, bentuk, dan tekstur objek. Anda dapat membuat model 3D dari item yang ada, serta desain yang belum dibuat dalam kehidupan nyata. Pembuat 3D modeling atau yang biasa disebut sebagai *artist* atau seniman menggunakan perangkat lunak khusus untuk memanipulasi titik di ruang virtual (disebut simpul atau *vertices*) untuk membentuk *mesh*, yaitu kumpulan simpul yang membentuk objek. Objek 3D ini dapat dihasilkan secara otomatis atau dibuat secara manual dengan mengubah bentuk mesh, atau memanipulasi simpul (Alief Leevandra, 2020).

Pembuat 3D model biasanya memulai desain dengan menghasilkan beberapa jenis bentuk awal atau yang biasa disebut primitif seperti kubus, bola, atau pesawat. Primitif ini hanyalah bentuk awal untuk memulai pemodelan. Seniman akan membangun bentuk dasar ini dan memanipulasinya menggunakan berbagai alat pemodelan. Untuk pemodelan 3D, hasil yang memuaskan biasanya dimulai dari yang bentuk sederhana yang kemudian diubah sedemikian rupa menjadi bentuk yang lebih kompleks.

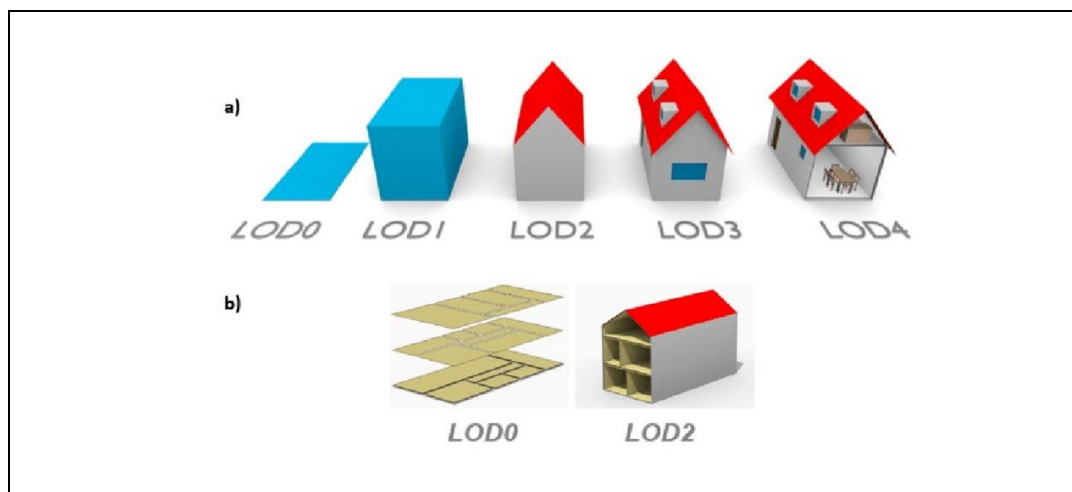
3D *Modelling* adalah proses untuk menciptakan objek 3D yang ingin dituangkan dalam bentuk visual nyata, baik secara bentuk, tekstur, dan ukuran objeknya. Pengertian lainnya adalah sebuah teknik dalam komputer grafis untuk memproduksi representasi digital dari suatu objek dalam tiga dimensi (baik benda mati maupun hidup). Pemodelan sendiri adalah membentuk suatu benda-benda atau obyek. Membuat dan mendesain obyek tersebut sehingga terlihat seperti hidup.



Gambar 2. 9 Proses Pemodelan 3D (Nalwan, 1998)

2.9 Level Of Detail

Level Of Detail (LOD) merupakan suatu tingkat detail dari suatu objek atau kumpulan polygon. LOD berfungsi untuk mengurangi banyaknya polygon yang akan digambar dengan menggunakan parameter tertentu. Fungsi lain yang mungkin dapat digunakan dari LOD adalah kompresi pada penyimpanan objek dengan memperkecil tingkat detail dari suatu objek. *Terrain* geometri merupakan komponen yang penting pada lingkungan grafik *outdoor* dan banyak digunakan untuk pembuatan film, lingkungan *virtual*, *carto-graphy*, dan *real-time outdoor game* seperti simulasi pesawat, simulasi mobil, dan *massively multiplayer game*. dan diimplementasikan metode *view-dependent* LOD untuk penggambaran *terrain* dengan menggunakan peta ketinggian (Felasari, 2007).



Gambar 2. 10 Tingkatan LOD (Helen Eriksson, 2020)

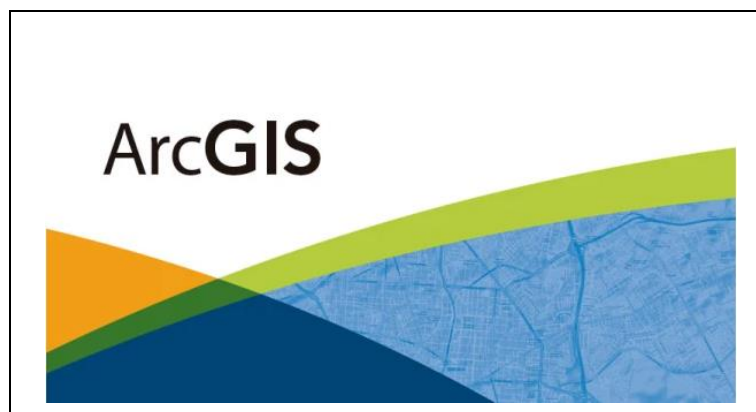
2.10 ArcGIS

ArcGIS adalah salah satu *software* yang dikembangkan oleh ESRI (*Environment Science & Research Institue*) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam *software GIS* yang berbeda seperti *GIS desktop*, *server*, dan *GIS berbasis web*. *Software* ini mulai dirilis oleh ESRI Pada tahun 2000. Produk utama dari *Arcgis* adalah *Arcgis desktop*, dimana *arcgis desktop* merupakan *software GIS professional* yang komprehensif dan dikelompokkan atas tiga komponen yaitu : *ArcView*(komponen yang focus ke penggunaan data yang komprehensif, pemetaan dan analisis), *ArcEditor* (lebih fokus ke arah editing data spasial) dan *ArcInfo* (lebih lengkap dalam menyajikan fungsi-fungsi GIS termasuk untuk keperluan analisis *geoprosesing*).

ArcGIS meliputi perangkat lunak berbasis *Windows* sebagai berikut:

1. *ArcReader*, yang memungkinkan pengguna menampilkan peta yang dibuat menggunakan produk *ArcGIS* lainnya;
2. *ArcGIS Desktop*, memiliki lima tingkat lisensi:
3. *ArcView*, yang memungkinkan pengguna menampilkan data spasial, membuat peta berlapis, serta melakukan analisis spasial dasar;
4. *ArcMap* adalah aplikasi utama untuk kebanyakan proses GIS dan pemetaan dengan komputer. Beberapa hal yang dapat dilakukan oleh *ArcMap* diantaranya yaitu penjelajahan data (*exploring*), analisa sig (*analyzing*), *presenting result*, *customizing data* dan *programming*

5. *ArcEditor*, memiliki kemampuan sebagaimana *ArcView* dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas *shapefile* dan *geodatabase*;
6. *ArcInfo*, memiliki kemampuan sebagaimana *ArcEditor* dengan tambahan fungsi manipulasi data, penyuntingan, dan analisis.



Gambar 2. 11 Software Arcgis (Google)

2.11 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan ini tidak terlepas dari hasil penelitian – penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Peneliti/ Penulis	Instansi/ Lemabaga	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Agustina Yosanny, Muhammad Ismail, Handoko Said	<i>Computer Science Departement, School of Computer Science, Binus University</i>	2014	Perancangan <i>Augmented Reality</i> Untuk Peta Topografi	Topografi merupakan salah satu bidang ilmu yang perlu dipelajari. Namun dalam proses pembelajaran, masih banyak kesulitan yang timbul, seperti sulit

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Peneliti/ Penulis	Instansi/ Lemabaga	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				menafsirkan gambar yang ada dalam peta topografi sehingga materi tidak dapat disampaikan dengan baik
Indah Permana, Okky Dwi Nurhayatim, Kurniawan Teguh Martono	Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro	2015	<i>Location Based Service</i> Sebagai Penunjuk Lokasi Hotel di Kota Semarang Berbasis <i>Augmented Reality</i>	Melakukan pengambilan data untuk menunjang faktor wisata serta penggunaan Hotel di daerah semarang
Yogia Gusti Yahya	Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya	2015	Pengembangan Peta Tiga Dimensi Interaktif Gedung BAKP dan UPMS di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Menggunakan Unity 3D	Tentang penggunaan Teknologi yang membantu dalam membaca peta sebuah gedung yang dapat dilihat dengan <i>Smartphone</i>

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Peneliti/ Penulis	Instansi/ Lemabaga	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Fakhrusy Luthfan Mahfuzh	Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	2017	Pembuatan Peta Interaktif Berbasis Teknologi <i>Augmented Reality</i> (Studi Kasus) Kawasan Pariwisata Pulau Bawean)	Kesimpulan yang di dapatkan dari hasil penelitian ini adalah Berupa peta Interaktif yang dapat menarik daya wisata dari pulau bawean terhadap masyarakat yang melihatnya
Bagus Putu Wahyu Nirmala, Nengah Widya Utami, Anak Agung Istri Ita Paramitha	Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Primakara	2020	Implementasi Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Berbasis Lokasi Untuk Pengenalan Atraksi Wisata di Kota Denpasar	Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah Pengabdian Masayarakat untuk menghasilkan Peta yang dapat digunakan masyarakat dengan bantuan teknologi <i>augmented reality</i> untuk pariwisata di Kota Denpasar.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian menggunakan metode kualitatif, karena dalam penyusunan menggunakan beberapa tahapan untuk menerilit pada kondisi ilmiah (eksperimen). Hal ini bertujuan agar para pembaca dapat mengambil pertimbangan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian. Setiap metode yang digunakan tentu saja akan memberikan pengertian yang berbeda meskipun kesimpulan terdengar sama.

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan metode untuk mencapai hasil dan dapat menjadi informasi. Seperti tahapan pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini. Selanjutnya tahap pengolahan data dan analisis hasil. Masing masing tahapan dijelaskan pada sub bab berikut.

3.2 Metode Pengumpulan Data

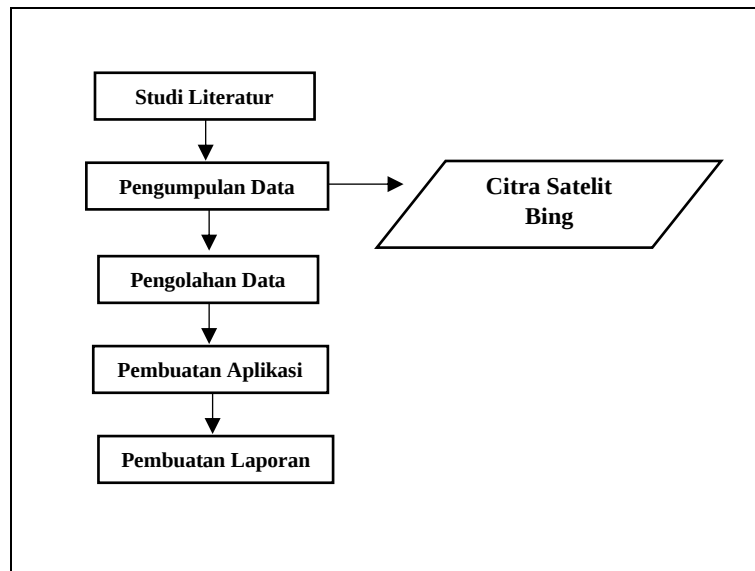
Dalam pembuatan skripsi ini dilakukan pengumpulan data. Adapun metode dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut

1. Pengumpulan Data Sekunder

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sekunder untuk yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data sekunder merupakan data yang telah tersedia dalam berbagai bentuk. Biasanya sumber data ini lebih banyak sebagai data *statistic* atau data yang sudah diolah sedemikian rupa sehingga siap digunakan. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah Data hasil citra satelit *worldwide 3* yang digunakan oleh *Bing Maps* dari *Microsoft*.

3.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam penelitian dapat dilihat dari diagram dibawah ini:



Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran

Adapun penjelasan dari masing-masing tahapan berdasarkan diagram kerangka pemikiran diatas adalah sebagai berikut:

- i. Studi literatur dilakukan sebelum sebuah penelitian dimulai, peneliti harus menguasai materi ataupun dasar-dasar dari bidang yang teliti. Pengumpulan literatur mengenai pembuatan peta, pemodelan objek 3D, dan *augmented reality* akan membantu proses pengerjaan penelitian ini. Literatur yang digunakan dalam bentuk buku, jurnal ilmiah, konferensi resmi, majalah, publikasi media, internet, dan lain-lain.
- ii. Pada pengumpulan hal yang dilakukan adalah mengunduh citra *bing* sebagai data awal pembuatan peta 3 dimensi.

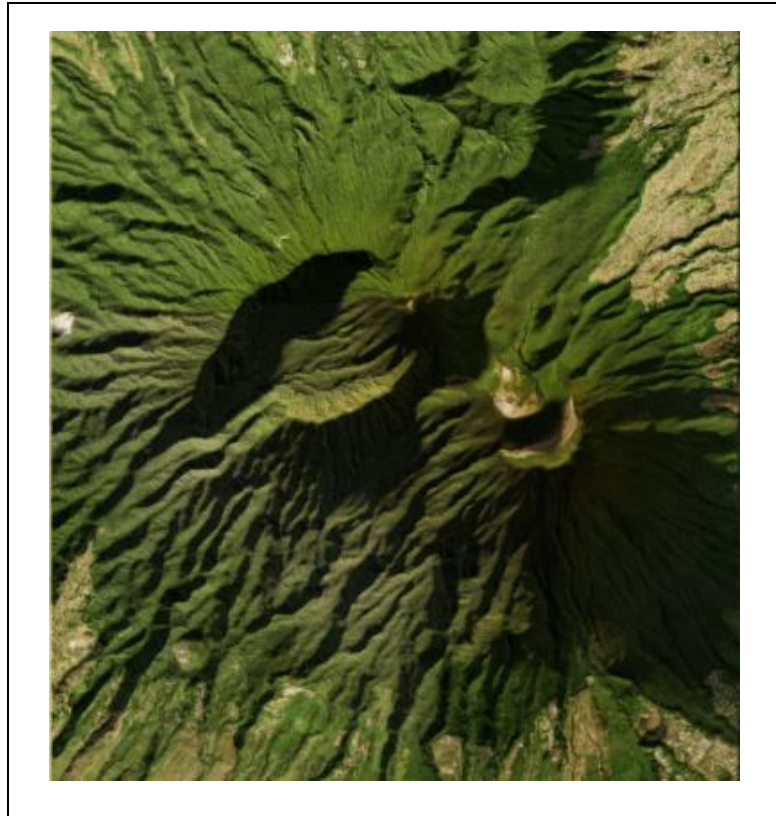
- iii. Pengolahan data pada yang telah diperoleh dari lapangan dan data pendukung.
- iv. Pembuatan aplikasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah aplikasi *augmented reality* yang dapat memproyeksikan objek pemodelan 3D terhadap *target image* yang berupa peta secara *real time*.
- v. Pada tahap ini, dilakukan penulisan laporan dari semua kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

3.4 Operasionalisasi Penelitian

Operasionalisasi penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa pembahasan yaitu, daerah penelitian, data yang diperlukan, dan rancangan penelitian. Untuk dapat membahas secara spesifik daerah yang akan dilakukannya penelitian sehingga hal ini salah satu data yang menunjang dalam pengerjaan tugas akhir.

3.4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini adalah Gunung Gede yang berada di kawasan Jawa Barat. Sesuai dengan namanya, taman nasional seluas 24.270,80 hektar ini berada di wilayah Gunung Gede dan Gunung Pangrango *Gunung Gede Pangrango National Park* berada di antara Bujur Timur dan $106^{\circ}51'$ – $107^{\circ}2'$ Lintang Selatan $6^{\circ}41'$ – $6^{\circ}51'$. Gunung Gede Pangrango berada di tiga kabupaten yaitu Cianjur, Sukabumi, dan Bogor. Informasi lain bahwa TNGGP masuk sebagai Taman Nasional Tertua di Indonesia.



Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian (*Google Earth Pro*, 2022)

3.4.2 Data yang diperlukan

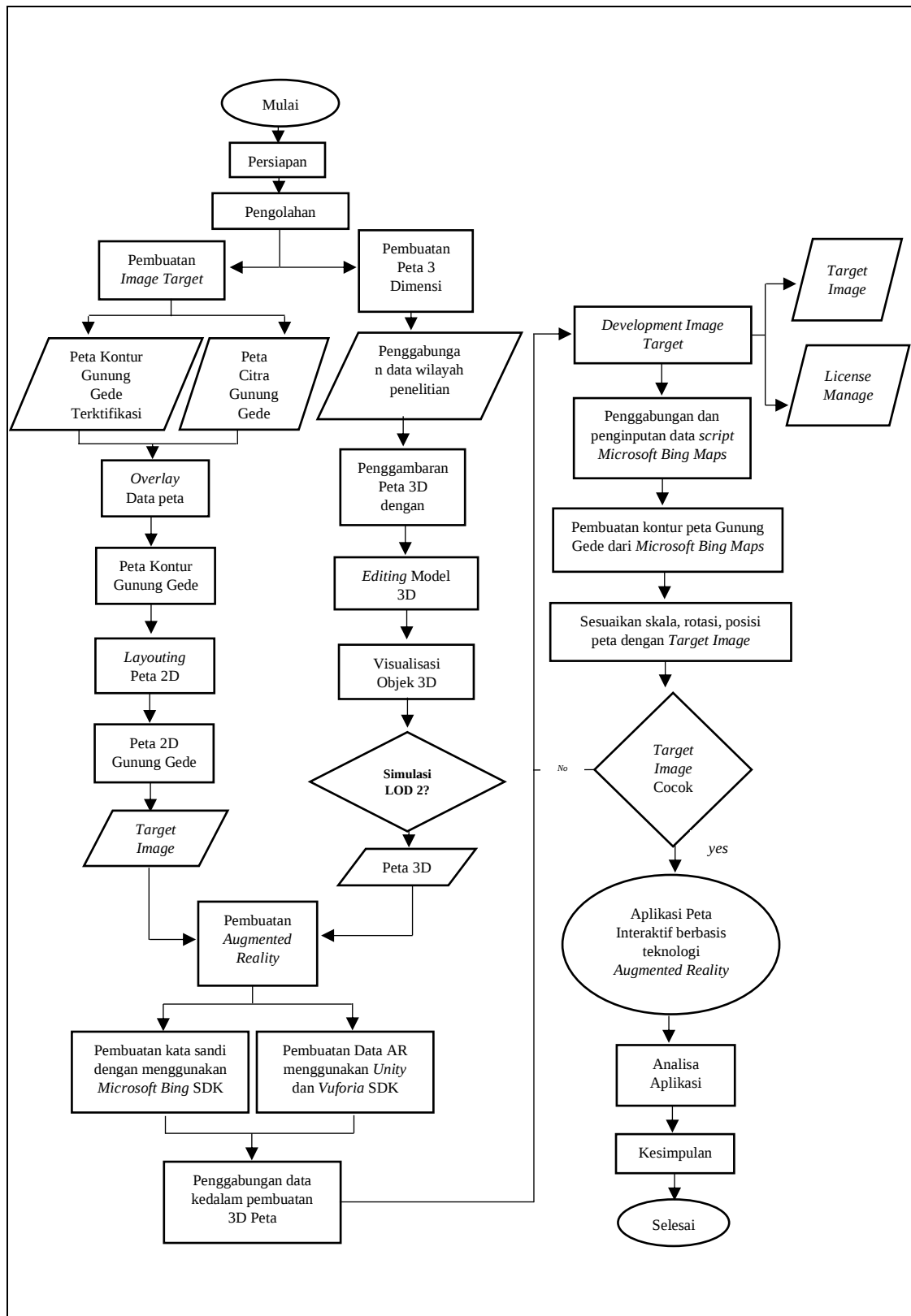
Setelah dilakukan identifikasi dan analisis kebutuhan data, maka diperoleh jenis data apa saja yang dibutuhkan untuk pembuatan peta interaktif berbasis Teknologi *augmented reality*. Adapun data yang dibutuhkan dalam pembangunan yaitu berupa data citra satelit bing, sehingga mendapatkan data peta secara tiga dimensi.

Tabel 2. 4 Data yang digunakan Penelitian

No	Data	Sumber	Tahun
1	Citra Satelit Bing	<i>Microsoft Bing Maps SDK</i>	2022
2	Demnas Kawasan Gunung Gede Pangrango	InaGeoportal Badan Informasi Geospasial	2023

3.4.3 Rancangan Penelitian

Rancangan pemikiran secara garis besar terbagi menjadi tiga tahapan yaitu tahapan identifikasi awal dan rumusan masalah, tahapan pengumpulan data, dan tahapan pengolahan data. Adapun diagram alir rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

1. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan 3 tahapan untuk menunjang dari hasil aplikasi atau produk yang dibuat yaitu, pembuatan peta Gunung Gede untuk dijadikan *target image* pembacaan, lalu dilakukan pembuatan dan penggambaran peta 3D dan pembuatan *augmented reality*.

2. Pembuatan *Target Image*, ditahap ini *target image* adalah salah satu penunjang untuk terciptanya aplikasi *augmented reality* dalam pembacaan dari hasil 3 dimensi yang dibuat guna dapat *discaning* dengan aplikasi. Dimana data *target image* ini dibuat dengan hasil olahan citra satelit kawasan Gunung Gede Pangrango, sehingga dapat terekstifikasi data.
3. *Overlay data* peta, data *overlay* ini dibuat salah satu hal untuk bisa mengabungkan data kontur dan data citra yang sudah *georeferensi* spasial sehingga bisa diinput kedalam suatu proses yang terdapat koordinat dengan proyeksi peta tertentu.
4. Pembuatan Peta Kontur Kawasan Gunung Gede. Peta ini dibuat didalam *software arcgis* guna membantu dalam pembuatan *target image* agar masyarakat mengetahui jika berbentuk peta 2 dimensi diimplementasikan menjadi 3 dimensi akan berbentuk seperti apa.
5. Pembuatan Peta 3 dimensi, peta ini dibuat untuk mengetahui bentukan secara nyata relief dari kawasan Gunung Gede Pangrango, sehingga dapat dilihat secara nyata, agar dapat memvisualisasikan objek agar peta yang dijadikan *target image* dapat terbaca oleh suatu aplikasi.

6. Pembuatan *Augmented Reality*, pada tahap ini menggabungkan sebuah benda maya dengan dunia *real* dengan secara *real time*. *Target image* sangat dibutuhkan pada tahapan pembuatan AR untuk mendeteksi dunia maya yang dibaca oleh sebuah *image target*, proses ini dibantu dengan *software unity hub*, *vuforia engine* dan *Visual studio* untuk mengambil data dari *Microsoft Bing Maps*. Tetapi perlu dibuat terlebih dahulu *license key* dari platform *Bing Maps*. *Image Target* dalam pembahasan ini harus didaftarkan kedalam dunia AR dan berguna sebagai *build* aplikasi.
7. *Render* peta 3 dimensi dengan *target image*, lakukan *render* dengan melakukan *build* aplikasi dengan targetan *image* dari peta 2D yang dibuat untuk dijadikan kata kunci *augmented reality*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

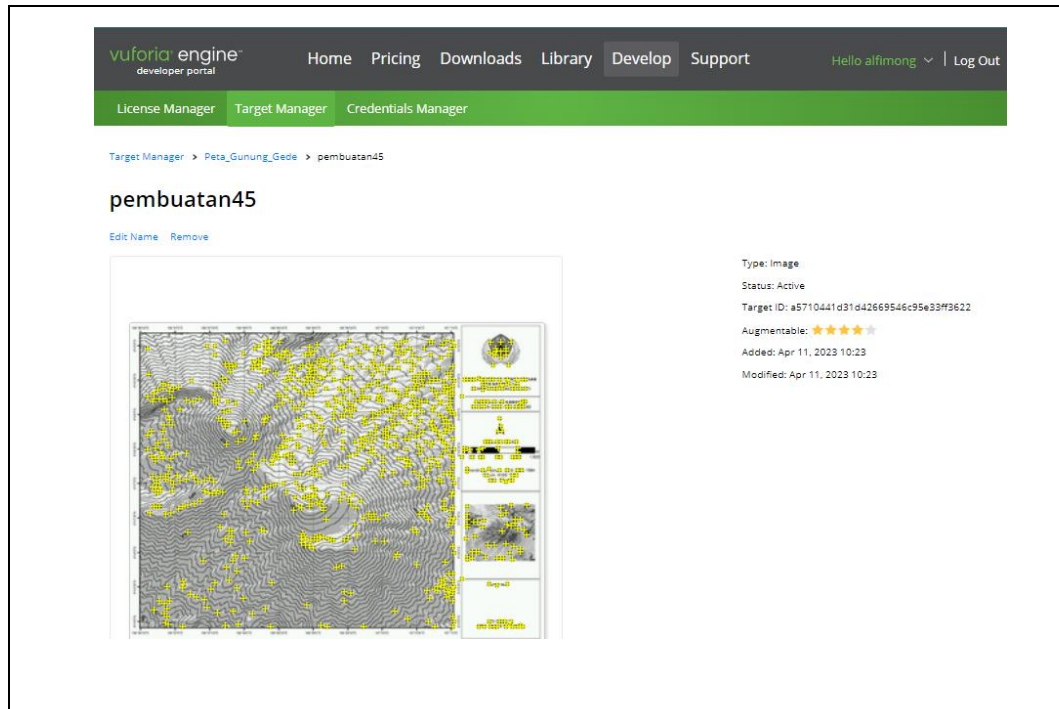
Pada bab ini dijelaskan hasil pengolahan data berupa peta dua dimensi untuk pembuatan *target image* untuk dijadikan *image* yang terektifikasi guna menjawab rumusan masalah dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini. Adapun pembahasan yang disajikan dalam sub bab ini adalah mengenai tahapan pembuatan *target image* dan juga pembuatan peta tiga dimensi

4.1 Hasil Pengolahan Data

Pengolahan data untuk dijadikan sebuah *image target* dibuat di *software arcgis* terlebih dahulu lalu dimasukan dengan format jpg ke dalam *vuforia engine* yang dijadikan sebuah target sebuah gambar yang dapat dibaca dengan *software unity hub* sehingga dalam *software* tersebut dibuat *maps* yang sudah terhubung dengan bahasa pemrograman untuk dijadikan peta 3 dimensi.

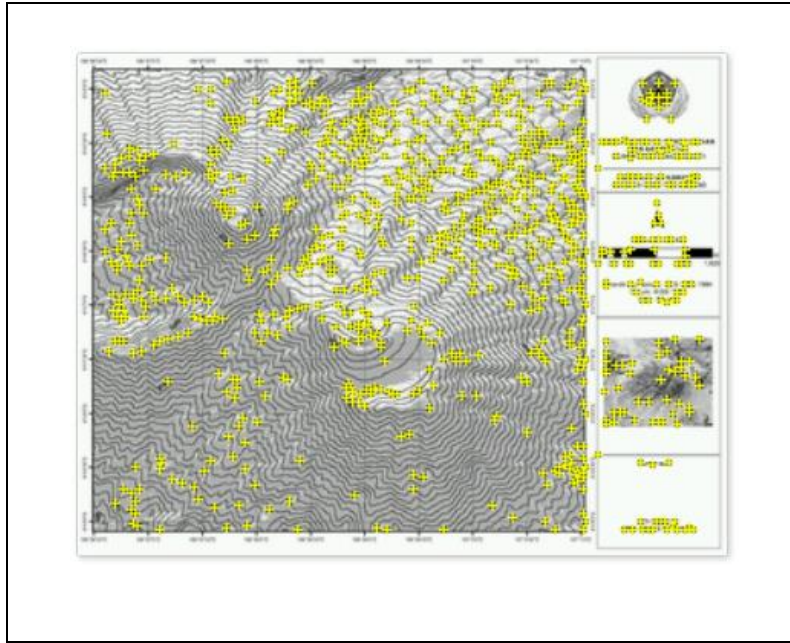
4.1.1 Hasil Image Target

Secara umum pengolahan data *target image* dibuat untuk dijadikan sebuah target dari hasil data yang dibuat oleh *software* 3D agar dapat bisa terbaca oleh aplikasi yang nantinya dapat dimunculkan didalam *device android*. Dalam pembuatan *target image* ini dibutuhkan peta kawasan Gunung Gede Pangrango.



Gambar 4. 2 Pattern Target Image dan Rating dengan Vuforia Engine

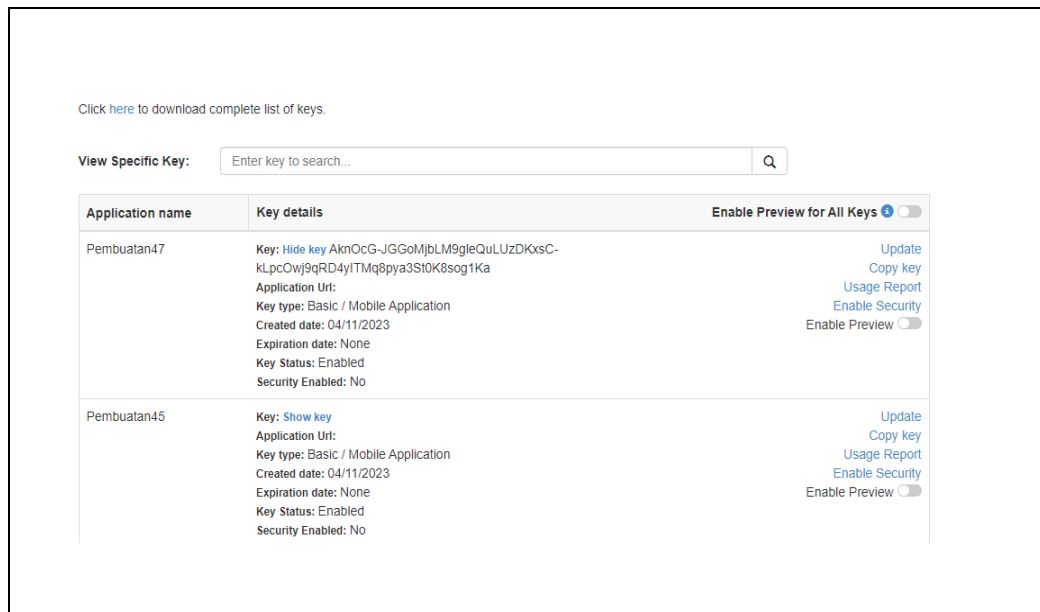
Dalam proses pencarian *pattern* peta kawasan Gunung Gede Pangrango dilihat dari bentuk, warna, dan *texture* dari *image* yang diolah pada *target manager*. Setelah menemukan *pattern* dari *target image* tersebut, kemudian muncul *rating* dari tiap *target image* yang sudah didapatkan *pattern* dari *image Target Image* peta kawasan Gunung Gede Pangrango pada Gambar 4.3 dibawah ini



Gambar 4. 3 *Pattern Target Image* Gunung Gede Pangrango

4.1.2 Hasil Peta 3 Dimensi

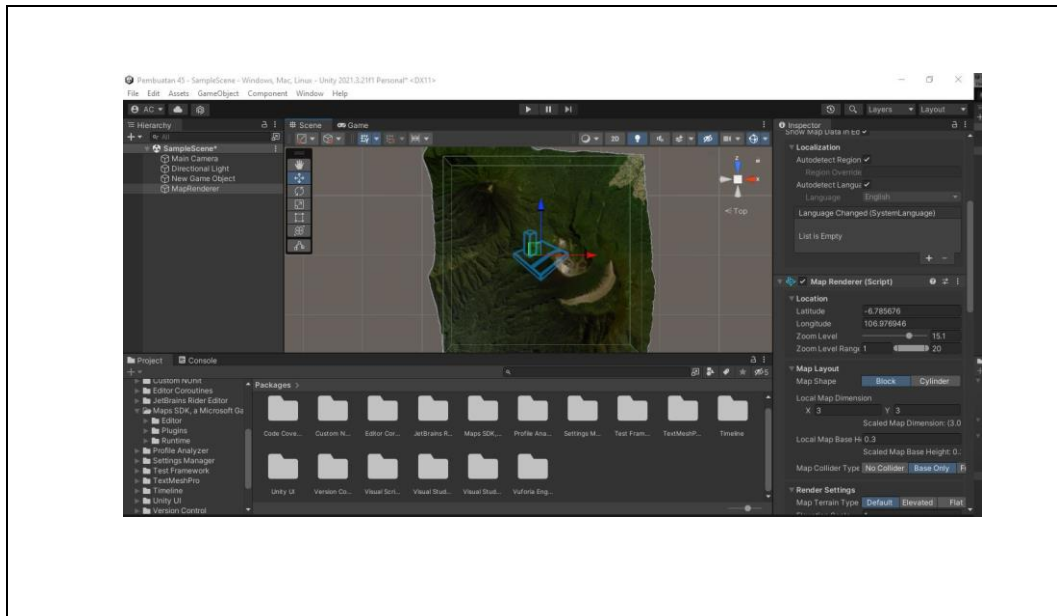
Dalam pembuatan peta 3 dimensi penulis dibantu dengan *software* dari Arcgis untuk bisa membuat *layouting* peta dengan berdasarkan data demnas untuk mendapatkan ketinggian dan kontur, peta tersebut dibuat untuk dijadikan *target image* dalam pembuatan *augmented reality* dengan kaidah kartografi. Hal lain juga peta 3 dimensi dibuat dengan *software blender* dan *unity hub* dimana *unity hub* ini tersambung dengan data yang berasal dari maps keluaran *microsoft* yaitu *bing maps* dengan terdapat *license key* yang bisa dibuat di *websitenya* untuk mendapatkan area penelitian (*Region of Interest*), data dasar berupa titik koordinat dari daerah yang akan kita ambil untuk dijadikan hasil peta 3 dimensi dimana juga terdapat pengaturan dalam pembuatan kontur di *software unity hub* Gambar 4.4



Gambar 4. 4 *Licensce Key* untuk terintegrasi dengan *Unity Hub*

Dalam pembuatan *target image* selain dari *Microsoft Bings Maps SDK* juga harus dibuat terlebih dahulu dengan bantuan *vuforia engine* untuk mendapatkan *license key* penggunaan *target image* yang tertera pada data yang sudah jelaskan pada tahap sebelumnya, dalam hal ini memberikan pemahaman tentang bagaimana menghubungkan antara web dari *microsoft* yang terdapat kode sandi lalu dimasukan kedalam *software Unity Hub* sehingga dapat dijadikan bahan dasar dari pembuatan *image target*. Peta 3 dimensi ini dapat muncul dalam *software* yang ada dilaptop agar bisa dapat melihat contoh dari hasil pembuatan yang dibuat, sehingga peta 3 dimensi ini dapat berjalan ketika sudah mendapatkan titik-titik *pattern image* yang sudah dibuat sebelumnya sehingga *software* dapat membaca dengan jelas

hasil dari targetan sebuah peta kontur. Dari hasil yang dimasukkan *license key* dilanjutkan yaitu menghubungkan antara *Microsoft Bing Maps Sdk* ke dalam *unity hub* bisa dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4. 5 Menghubungkan *Microsoft Bing Maps SDK* dengan *Unity Hub*

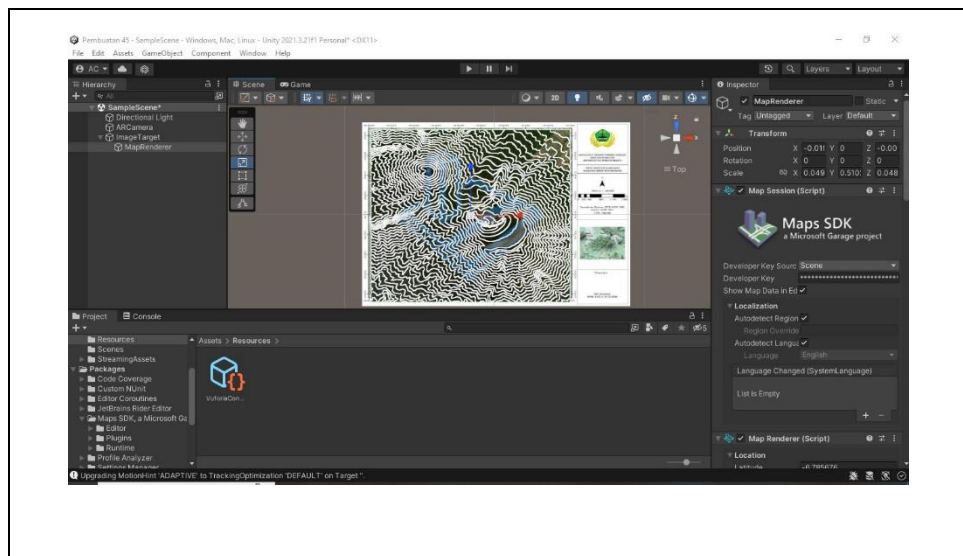
Setelah penghubungan tersebut dilakukan selanjutnya pengolahan peta 3 dimensi dengan peta yang sudah terdapat koordinat untuk dapat membuat secara spesifik daerah yang akan dilakukan pembuatan petanya, ketika pada saat proses pembuatan peta 3 dimensi dibuat dari *software unity* dapat dilakukan pembuatan kontur dengan garis *minor* dan *major* sesuai skala yang diinginkan hal itu untuk dapat bisa lebih jelas memahami dari kontur dan kondisi medan yang ada dimedan sebenarnya setelah dibuatnya kontur dengan *software unity*.

Pada pembuatan peta 3 dimensi ini berkaitan dengan LOD (*Level Of Detail*) untuk dapat menjelaskan secara dengan bentuk gambar hasil dari 3 dimensi bahwa,

peta Gunung Gede ini berada di *level detail* pada tingkatan 2 dimana hanya menampilkan bentukan topografi dari Gunung tersebut, dan untuk peta *bing maps* yang digunakan, untuk daerah Indonesia masih berada di level 2 dan jika berada di luar negeri seperti daerah Australia sudah berada di tingkatan *level 3* dan 4.

4.1.3 Hasil Peta Interaktif *Augmented Reality*

Seperti yang telah dibahas dari pembahasan diatas bahwa hasil akhir dari *augmented reality* adalah menampilkan kamera AR yang secara otomatis akan digunakan sebagai *scan target image* kemudian kita dapat memproyeksikan objek *virtual* terhadap *target image* yang telah diolah menjadi sebuah aplikasi *augmented reality* kemudian hasil tersebut bisa kita gunakan dalam *device android*, dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.



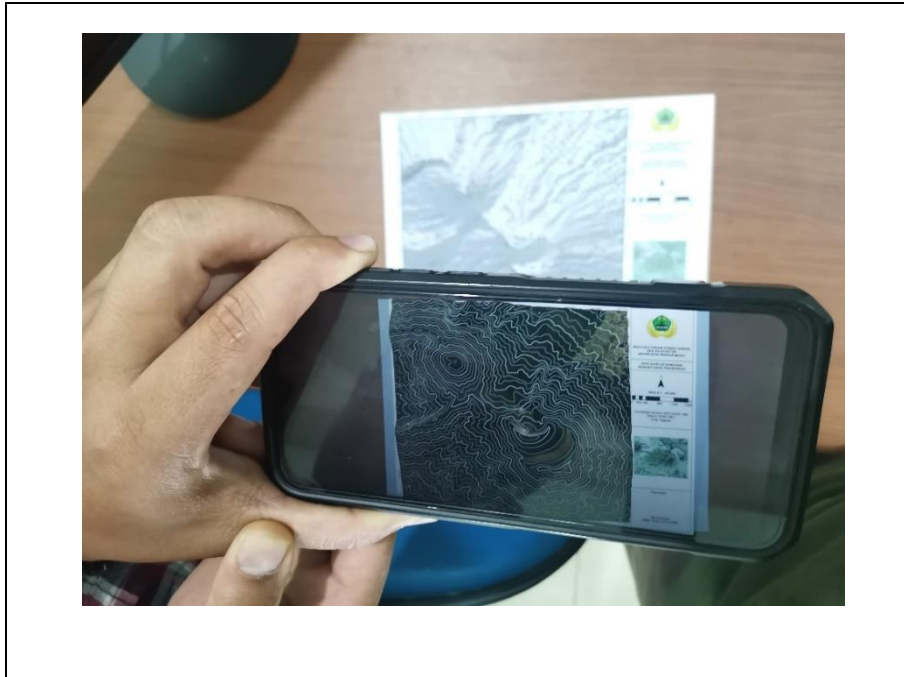
Gambar 4. 6 Peta 3D yang diposisikan diatas *target image* Peta 2D

Tahap ini sudah bisa dikatakan 90 % pembuatan peta 3 dimensi sudah selesai, bisa dilakukan pengecekan terlebih dahulu menggunakan *web camera*

dengan peta 2 dimensi yang sudah *diprint* sehingga bisa didekatkan ke *camera* bawaan laptop, jika muncul tahap ini bisa dinyatakan berhasil dalam percobaan. Ketika sudah berhasil menggunakan *webcam*, tahap selanjutnya yaitu pembuatan aplikasi dengan membuat *folder* dengan format apk dengan basis *android* yang bisa dipilih dalam versinya.

Pada hal ini *target image* bisa kita print terlebih dahulu berupa seperti *marker barcode*, sehingga bisa dilakukan *scan* pada *handphone* yang sudah terinstal aplikasinya, setelah itu bisa diarahkan ke *marker* yang sudah di print dan tunggu beberapa saat layar kamera di hp akan membaca dan merubahnya menjadi bentuk 3 dimensi dari peta 2 dimensi. Sehingga tampilan bisa dilakukan dengan *zoom in* atau *zoom out* untuk dapat mengetahui kontur yang dilihat.

Dengan menambahkan gambar ataupun *screen sever* tampilan awal agar terlihat menarik dibuka dalam *handphone*. Setelah tahap *build* sudah berhasil, selanjutnya mengcopy data format apk yang dipindahkan dari laptop ke *device android*. Karena aplikasi ini bukan keluar dari *play store google* sehingga perlu dilakukan penghubungan dan pengaturan dalam *handphone* karena bisa terbaca sebagai aplikasi virus. Jika pengaturan sudah dilakukan artinya aplikasi sudah dapat digunakan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. 7 Hasil *Augmented Reality* perpaduan dunia maya dan *real*

Setelah hasil dari peta Gunung Gede berkontur berbasis teknologi *Augmented Reality* telah berhasil, langkah selanjutnya adalah uji coba Aplikasi dengan mengirimkan bentuk file apk ke *device android* lainnya. *Device* yang bisa digunakan yaitu dengan versi *android oreo 8.0* keatas dan belum bisa untuk digunakan dengan pengguna IOS dikarenakan pengaturan pada saat *running software* yang tidak diceklist pada bagian IOS.

4.2 Pembuatan Bahasa Pemrograman

Pada pembuatan sebuah aplikasi perlu adanya sebuah bahasa pemrograman komputer untuk dapat memberikan *support sistem* yang dapat dijalankan oleh sebuah aplikasi yang akan terhubung dengan *device android*, bahasa pemrograman

yang digunakan yaitu C++ untuk memunculkan sebuah peta dari sebuah *platform* yang mempunyai API sehingga dapat dihubungkan dengan contoh dibawah ini.

```
{
  "scopedRegistries": [
    {
      "name": "Maps SDK for Unity",
      "url": "https://unity.virtualearth.net/npm/registry",
      "scopes": [
        "com.microsoft.maps"
      ]
    }
  ],
  "dependencies": {
    "com.microsoft.maps.unity": "0.11.2",
    "com.ptc.vuforia.engine": "file:com.ptc.vuforia.engine-10.13.3.tgz",
    "com.unity.collab-proxy": "2.0.1",
    "com.unity.feature.development": "1.0.1",
    "com.unity.ide.rider": "3.0.18",
    "com.unity.ide.visualstudio": "2.0.17",
    "com.unity.ide.vscode": "1.2.5",
```

Gamba 4.8 Bahasa Pemrograman

4.3 Uji Coba Aplikasi

Pengujian Aplikasi ini dilakukan terhadap sistem *android versi Oreo 8.0*. tujuannya adalah untuk dapat melihat fungsional dari Aplikasi yang dapat berjalan dan berfungsi dengan normal.

Langkah-langkah dalam uji coba aplikasi ini adalah sebagai berikut.

- i. *Build* Aplikasi *Augmented Reality* dari *Software Unity Hub* ke *platform Device Android* dan menghasilkan sebuah format apk.
- ii. Lalu dipindahkah kedalam *device android* dan diinstall kedalam sistem.
- iii. Uji kamera *augmented reality* dengan mengarahkan ke *target image*.

- iv. Aplikasi dapat mendeteksi pola *target image* dengan *target pattern image* dengan menampilkan objek 3D.

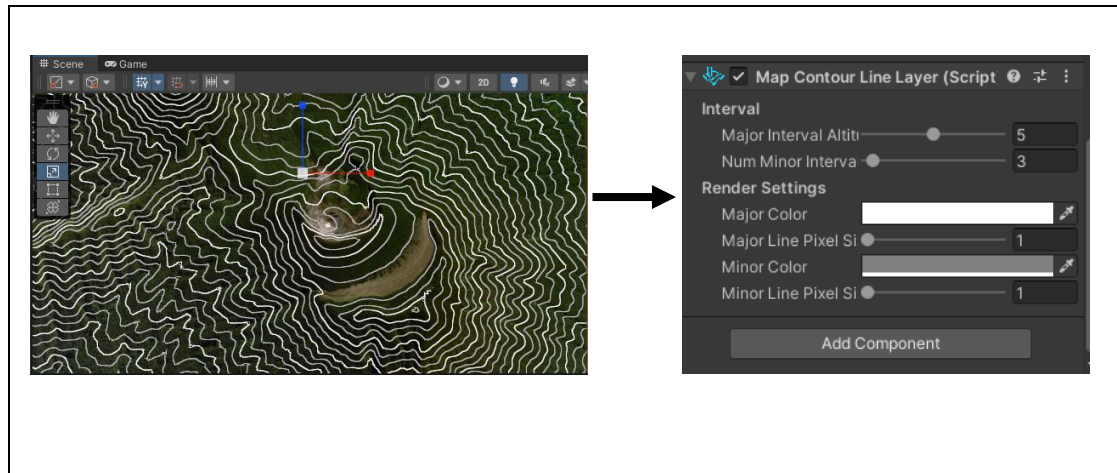
Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba Aplikasi

No	Komponen Pengujian	Hasil Pengujian
1	Membuka Aplikasi	Berhasil
2	Kamera AR	Berhasil
3	Membaca <i>Target Image</i>	Berhasil
4	Memproyeksikan Peta 3D	Berhasil
5	Menggunakan <i>Device Android</i> Lain	Berhasil

Aplikasi yang sudah dibuat untuk dapat terbacanya hasil akhir yaitu Peta Interaktif berbasis teknologi *augmented reality* dapat digunakan secara normal sehingga kedepannya dapat digunakan dan dimanfaatkan kepada masyarakat luas.

4.4 Evaluasi Implementasi

Dari pembuatan Aplikasi diatas acuan dalam pembuatan peta 3 dimensi mengacu pada peta 2 dimensi kemudian kontur yang terdapat dalam peta 3 dimensi mempunyai ukuran skala yang berbeda. Hanya saja pada *software unity hub* tidak adanya skala yang digunakan hanya terdapat angka yang mengatur rapat dan tidaknya ukuran kontur sehingga sulit untuk menyamakan persis antara kontur dengan peta 2 dimensi dan juga kontur yang terdapat pada peta 3 dimensi. Bisa dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4. 9 Pembuatan Kontur

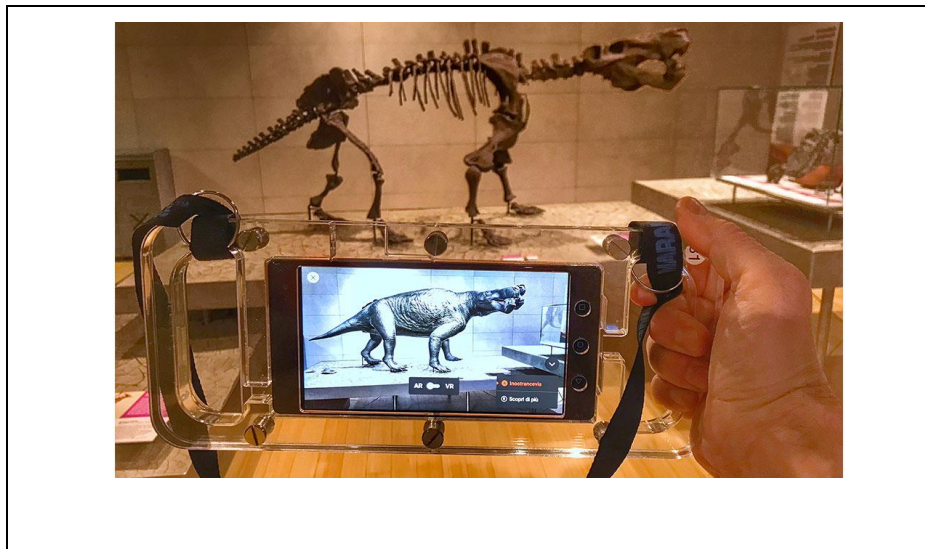
Pada tahap ini hasil data awalnya hanyalah berbentuk *terrain* sehingga agar lebih menarik dan dapat menjelaskan kepada masyarakat bagaimana pembacaan sebuah kontur sehingga diberikan garis kontur dengan terdapat garis *major* dan *minor* dengan skala tertentu sehingga dapat memberikan kesan yang cukup jelas tentang pembacaan kontur yang disesuaikan dengan kondisi medan sebenarnya.

4.5 Penggunaan Media *Augmented Reality* Kedepannya

Pengembangan media interaktif membuat proses pembelajaran dan pekerjaan menjadi lebih menarik, menyenangkan dan membuat motivasi yang memberikan penggunanya dapat mengembangkan kreativitas dan dengan sesuai bidang dan minat yang terdapat oleh masyarakat, sehingga kedepannya penggunaan teknologi imersif dapat terus bertambah untuk menciptakan dunia modernisasi yang menggabungkan dalam dunia nyata dan maya.

4.5.1 Sektor Pariwisata

Memberikan edukasi kepada wisatawan mengenai tempat yang bersejarah dengan cara menarik penggunaannya dapat memberikan penjelasan latar belakang kejadian sehingga terciptanya sebuah candi ataupun benda-benda peninggalan sejarah dengan memberikan gambar yang dapat dilihat oleh *device android* sehingga tidak membuat objek tersebut menjadi rusak karena banyak oknum yang terkadang dengan sengaja memegang atau menaiki padahal sudah diberikan tanda larangan.



Gambar 4. 10 *History Tulang Dinosaurius* (Tom Caudell, 2001)

4.5.2 Geolokasi

Semakin banyaknya pengembangan membuat banyak orang berfikir menggunakan imajinasi yang dapat diterapkan dalam dunia nyata sehingga dapat memberikan pengetahuan baru yang bisa dijadikan sebuah hal yang menarik dan membuat sumber daya alam yang dapat dikembangkan menjadi suatu tempat yang

memberikan dampak berkelanjutan seperti *smart city* atau pun *smart tourism*. Salah satu unsur yang bisa dikembangkan dalam pembangunan berkelanjutan adalah informasi wisata dengan *augmented reality* berbasis geolokasi secara geografis. Pengembangan teknologi AR dalam pariwisata saat ini sangat dibutuhkan, terutama pada tahap sebelum mereka melakukan perjalanan untuk membantu memberikan informasi kepada masyarakat untuk dapat mengenali kondisi geografis daerah yang akan dituju.

Dalam hal ini penggunaan geolokasi ini juga bisa dikembangkan dalam kegiatan *orienteering* ataupun penunjuk arah yang dapat memberikan penuntun arah dalam melakukan sebuah perjalanan, sehingga penggunaanya bisa dapat menuju suatu tempat dengan bantuan media AR. Dengan memberikan kesan *user friendly* maka hal ini perlu dilakukan riset lebih dalam untuk terciptanya sebuah pengetahuan yang baru dalam penggunaan *augmented reality*.

4.5.3 Penelitian Lebih Lanjut

Teknologi *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), *Mixed Reality* (MR), *Extended Reality* (XR) tedan *Metaverse* akan terus berkembang beriringan dengan zaman saat ini banyak yang meragukan masa depan teknologi ini, tetapi data dan analisis tetap menunjukkan bahwa teknologi ini tidak mati dan terus berkembang. Teknologi AR, VR, MR, dan *metaverse* juga semakin terintegrasi dengan teknologi lain, seperti *artificial intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), dan 5G. Integrasi ini membuka potensi baru dan memperluas kemungkinan penggunaan teknologi ini dalam berbagai sektor. Contohnya,

penggunaan AI dalam simulasi VR dapat meningkatkan *realisme* dan responsivitas, sementara koneksi 5G yang lebih cepat memungkinkan pengalaman VR dan AR yang lebih lancar dan *real-time*. Maka dari itu harapanya dapat melanjutkan sebuah penelitian yang dapat memberikan kontribusi dalam dunia Imersif seperti :

1. Pembuatan *Augmented Reality* berbasis Peta Universitas yang dapat memberikan informasi petunjuk yang bisa memberikan informasi kepada penggunanya tentang tujuan yang akan di datangi.
2. Pembuatan *Augmented Reality* dalam bidang olahraga yaitu *GPS base location* dimana memberikan titik yang berdasarkan koordinat untuk dapat menjadikan sebuah olahraga *orienteering*.
3. Melanjutkan dari penelitian yang sudah dibuat dengan tambahan Gunung-gunung yang ada di Indonesia dengan terdapat sebuah informasi jalur pendakian yang bisa dimasukkan kedalam kontur.
4. Membuat sebuah penelitian tentang *augmented reality* sebuah kampus Universitas Winaya Mukti dengan menambahkan unsur LOD 3 atau 4 sehingga terlihat nyata.

BAB 5

KESIMPULAN

Dari Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini memberikan pengetahuan baru bagaimana caranya pembuatan aplikasi Implementasi Pembuatan Peta Interaktif Tiga Dimensi Berbasis Teknologi *Augmented Reality* untuk dapat membantu dalam metode pengajaran ataupun dalam segi pembangunan infrastruktur sehingga mendapatkan manfaat untuk terus dikembangkan dan juga dipelajari yang selalu berkaitan dengan sebuah sistem teknologi imersif. Selain itu dapat memberikan pemahaman terhadap masyarakat awam tentang pengimplementasian peta 2 dimensi kedalam 3 dimensi.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Dari hasil penelitian pembuatan aplikasi telah berhasil dibuat sebuah peta interaktif berbasis teknologi *augmented reality* di Gunung Gede Pangrango dengan diimplementasikan dalam *device android*.
2. Berdasarkan pembuatan dan hasil uji coba, aplikasi dapat berjalan dan berfungsi dengan normal dan dapat terverifikasi dengan *device android* dengan versi 8.0 jenis oreo keatas, jika dibawa versi tersebut sulit untuk dibuka.
3. Pembacaan dan pencocokan *target image* pada objek 3 dimensi terdapat *pattern image* yang dapat membaca dan mempunyai standar *rating* sehingga memasukan gambar bisa dibaca oleh *camera* dari *handphone* yang terdapat didalam aplikasi.

4. Aplikasi bisa diinstal didalam *handphone* dengan versi oreo, aplikasi tersebut tidak tersedia di *google play store*, sehingga harus dilakukan *unprotect* terhadap aplikasi tersebut.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan penulis bagi penelitian selanjutnya yaitu:

1. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai inisiasi awal dalam pengembangan pengkombinasian antara pengukuran keilmuan geodesi di lapangan serta keilmuan informatikan untuk perkembangan teknologi kedepannya.
2. Perlu dikaji lebih lanjut dalam *device android* agar dapat digunakan pengguna versi *IOS* .
3. Pengolahan untuk aplikasi ini sangat tergantung dengan bantuan perangkat *hardware* yang cukup mempunyai kebutuhan spesifikasi yang cukup besar dalam menunjang pengolahan data.
4. Harapan kedepannya bisa dapat menjadi salah satu penunjang dalam suatu metode pembelajaran dalam mata kuliah ataupun pengajaran.
5. Aplikasi berbasis teknologi *augmented reality* atau teknologi imersif jika dikembangkan dikemudian hari akan sangat membantu para *engineer* dalam melakukan penganalisaan suatu hal dengan menggabungkan antara dunia nyata dan maya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., 2006. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Andriyadi, A. (2011). *Augmented Reality With ARToolkit*. Bandar Lampung: *Augmented Reality Team*.
- Ardiana, R. (2022). Pembelajaran Berbasis Kecerdasan Majemuk dalam Pendidikan Anak Usia Dini. *Murhum: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.37985/murhum.v3i1.65>.
- Aryono Prihandito, 1989, "Kartografi", Mitra Gama Widya, Yogyakarta
- Bagus Putu , Nengah Widya Utami, Anak Agung Istri 2020. Implementasi Aplikasi *Augmented Reality* Berbasis Lokasi Untuk Pengenalan Atraksi Wisata di Kota Denpasar. STIMIK Primakara Bali, Denpasa, Bali.
- Bernhardsen, T. (2002). *Geographic Information Systems: An Introduction, 3rd Edition*. Canada: John Wiley & Sons Ltd.
- Chang, Kang-Tsung. 2016. *Geographic Information System*
- Dantes, G.D., Sudarma, K., & Suputra, H (2016). *Virtual Reality dan Augmented Reality: Pemberdayaan wisata Bawah Laut dalam rangka meningkatkan daya dukung pariwisata*. Seminar Nasional Teknologi Vokasi dan Teknologi, Hal . 457 - 464.
- Darojat, M. A., Ulfa, S., & Wedi, A. (2022). Pengembangan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Sistem Tata Surya. JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan, 5(1), 91–99. <https://doi.org/10.17977/um038v5i12022p091>
- Davil Helgason Nicholas, 2004. *Unity Technologies over the Edge Entertainment, Kopenhagen 2004*
- Fakhrusy L. M, Agung Budi C., (2017). Aplikasi Peta Interaktif Berbasis Teknologi *Augmented Reality* Kawasan Pariwisata Pulau Bawean. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No.2. 2017, 2337-3520.
- Faraoh , Ketut Gus Oka, Affan Irfan, Ni Putu. 2014. Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Pengenalan Organ Jantung Manusia Pada siswa Kelas V Madrasah Ibtidayah Al-Amin, Tabanan". ITB Stikom Bali, Denpasa, Bali.
- Felasari, S. 2007. Tentang *Level Of Detail (LOD)* Model Ruang Kota Virtual Sebagai Faktor Penentuan Kemudahan Bernavigasi. Vol 6, No 2

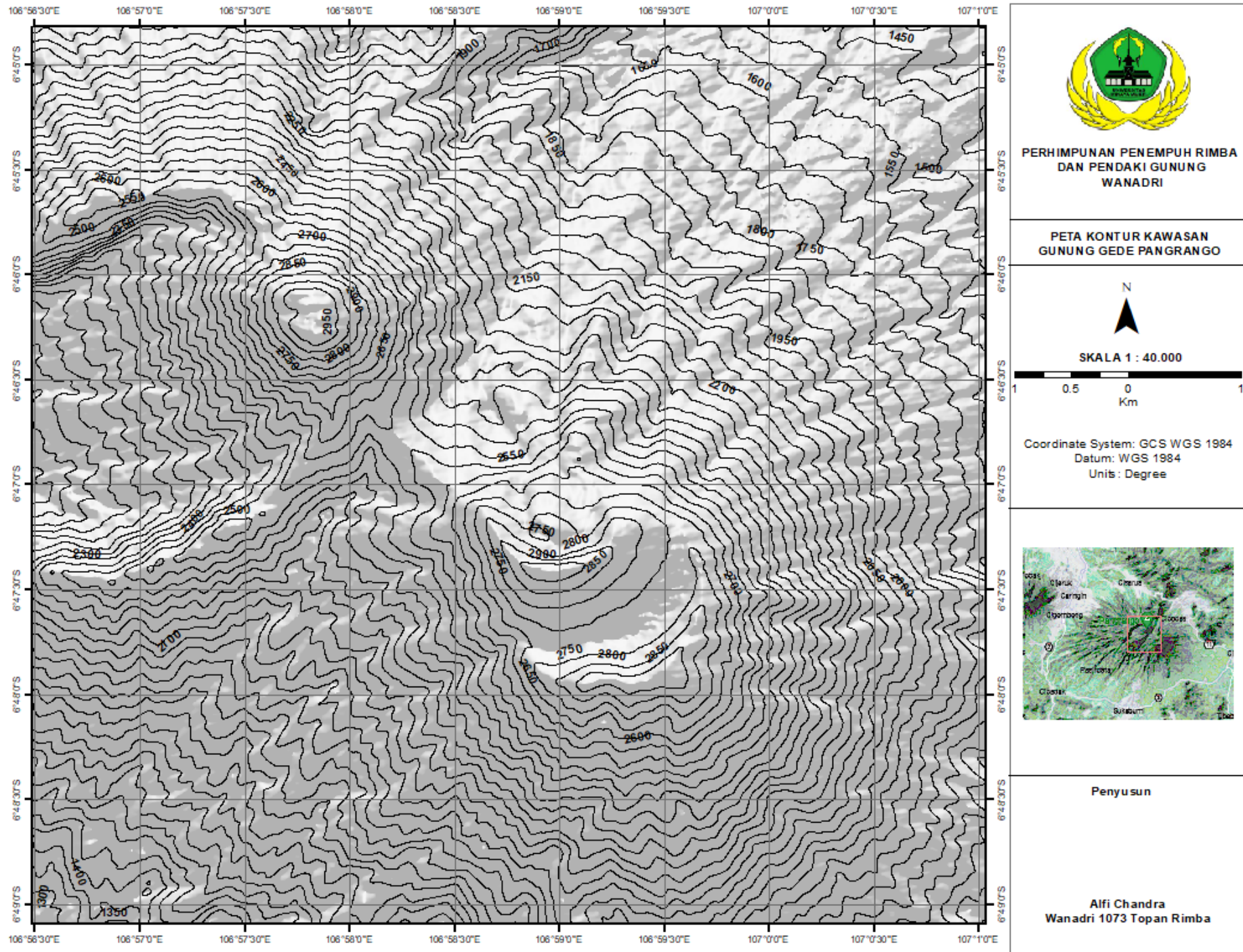
- Fernando, M. (2013). *Membuat Aplikasi Android Augmented Reality menggunakan Vuforia SDK dan Unity*. Surakarta : AR Online. Giz. (2012). *Land Use Planning Concept, Tools and Application*
- Giz. (2012). *Land Use Planning Concept, Tools and Application*
- Google Developers. (2019, Agustus 11). *Google Maps Platform*. Retrieved from developers.google.com:
<https://developers.google.com/maps/documentation/>
- Hartono, Jogiyanto, HM. 1999. *Sistem Informasi : Kebutuhan Pengolahan Kegiatan Organisasi*
- Kyle, R. C., & Baird, F. (1991). *Property Management*. Chicago: Dearborn Trade.
- Nazruddin, S. (2012). *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC berbasis android*. Bandung: Informatika Bandung.
- Santoso, B. (2009). *Property Crash*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Niobium Studios. (2014, oktober 29). *Asset Store Unity 3D*. Retrieved februari 18, 2017, from <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/23923>
- Noor, Djauhari. 2010. *Stratigrafi*. Pakuan University Press, Bogor.
<https://repository.unpak.ac.id/tukangna/repo/file/files-20200903191047.pdf>
- Pradeep Viswav, 2019. *Bing Microsoft SDK Api For Unity Hub*.
- Prahasta, E. (2009). *Konsep - Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Informatika.
- Putro Hendro, Trieddiantoro. 2015. " *Kajian Virtual Reality*". Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia .
- Risdianto, E. (2019). *Kepemimpinan Dalam Dunia Pendidikan di Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0*. 2(1), 1–12.
- Rostianingsih, Silva. (2004). *Pemodelan Peta Topografi ke Objek Tiga Dimensi*. Jurnal Informatika 4.0. 5(1), 14–21.
- Sari, Nur Fitriana. 2014. *Penerbit Klaten Cempaka Putih, Geografi (Penginderaan Jauh)- Ensiklopedia*. 978-979-662-606-9.
- Satyadinoto, Alief Leevandra. (2020) “ *Mengenal 3D Model*”. Gamelab Indonesia.
- Suwantoro, Gamal. (2004). *Dasar-dasar Pariwisata*. Yogyakarta: Andi Offset.

TNGGP. (2011, september). Dipetik september 2011, dari www.gedepangrango.org: <http://www.gedepangrango.org>.

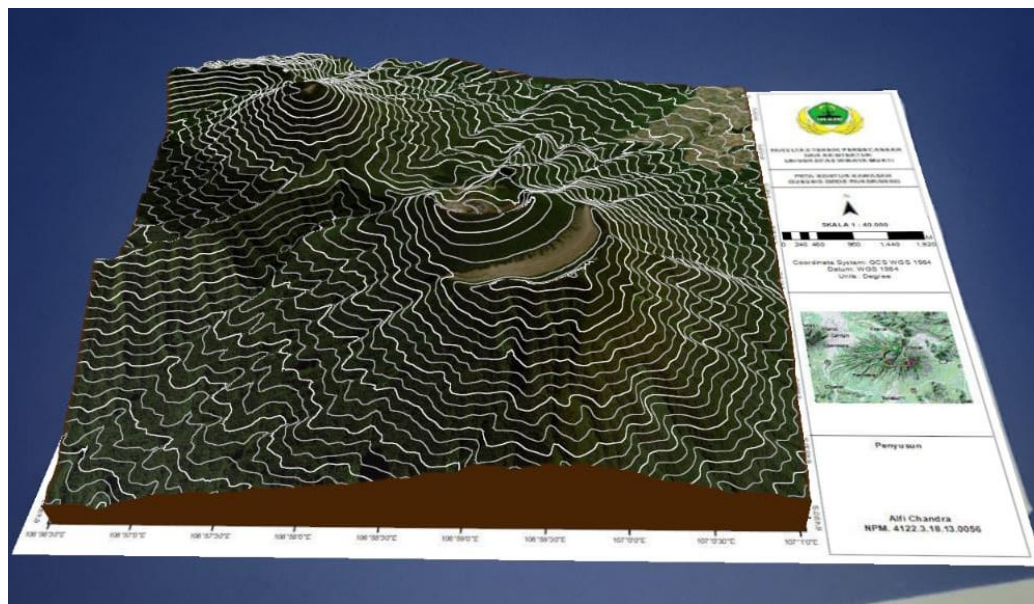
Visual Studio Code, (23 Juni 2017), "*Visual Studio Code Getting Started [online]*". Available: <https://code.visualstudio.com/docs>.

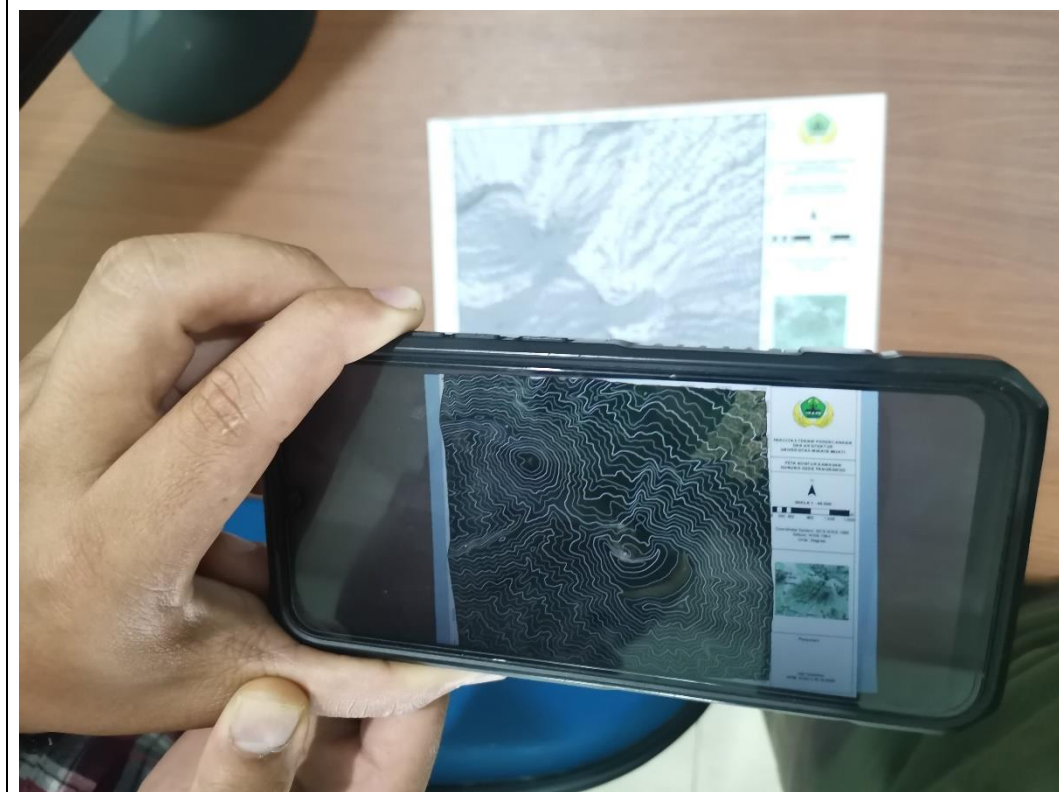
Yossany, A. Ismail, M. Said, H. 2013. " Perancangan *Augmented Reality* Untuk Peta Topografi". *Binus University*, Jakarta, Indonesia .

62

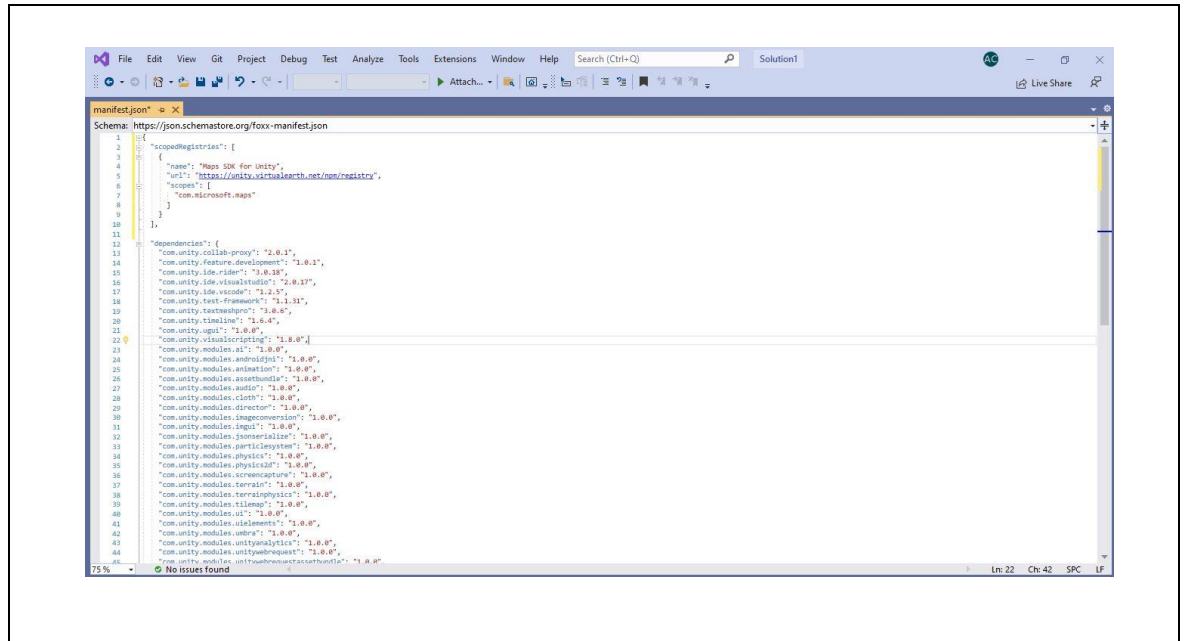


Lampiran 1. 2 Dokumentasi dan Uji Coba Aplikasi





Lampiran 1. 3 Script Microsoft Bing Maps SDK



```

{
  "scopedRegistries": [
    {
      "name": "Maps SDK for Unity",
      "url": "https://unity.virtualearth.net/npm/registry",
      "scopes": [
        "com.microsoft.maps"
      ]
    }
  ],
  "dependencies": {
    "com.microsoft.maps.unity": "0.11.2",
    "com.ptc.vuforia.engine": "file:com.ptc.vuforia.engine-10.13.3.tgz",
    "com.unity.collab-proxy": "2.0.1",
    "com.unity.feature.development": "1.0.1",
    "com.unity.ide.rider": "3.0.18",
    "com.unity.ide.visualstudio": "2.0.17",
    "com.unity.ide.vscode": "1.2.5",
    "com.unity.test-framework": "1.1.31",
    "com.unity.textmeshpro": "3.0.6",
    "com.unity.timeline": "1.6.4",
    "com.unity.ugui": "1.0.0",
    "com.unity.visualscripting": "1.8.0",
    "com.unity.modules.ai": "1.0.0",
    "com.unity.modules.androidjni": "1.0.0",
    "com.unity.modules.animation": "1.0.0",
    "com.unity.modules.assetbundle": "1.0.0",
    "com.unity.modules.audio": "1.0.0",
    "com.unity.modules.cloth": "1.0.0",
    "com.unity.modules.director": "1.0.0",
    "com.unity.modules.imageconversion": "1.0.0",
    "com.unity.modules.imgui": "1.0.0",
    "com.unity.modules.jsonserialize": "1.0.0",
    "com.unity.modules.particlesystem": "1.0.0",
    "com.unity.modules.physics": "1.0.0",
    "com.unity.modules.physics2d": "1.0.0",
    "com.unity.modules.screencapture": "1.0.0",
    "com.unity.modules.terrain": "1.0.0",
    "com.unity.modules.terrainphysics": "1.0.0",
    "com.unity.modules.tilemap": "1.0.0",
    "com.unity.modules.ui": "1.0.0",
    "com.unity.modules.uielements": "1.0.0",
    "com.unity.modules.umbra": "1.0.0",
    "com.unity.modules.unityanalytics": "1.0.0",
    "com.unity.modules.unitywebrequest": "1.0.0",
    "com.unity.modules.unitywebrequestassetbundle": "1.0.0",
    "com.unity.modules.unitywebrequestaudio": "1.0.0",
    "com.unity.modules.unitywebrequesttexture": "1.0.0",
    "com.unity.modules.unitywebrequestwww": "1.0.0",
    "com.unity.modules.vehicles": "1.0.0",
    "com.unity.modules.video": "1.0.0",
    "com.unity.modules.vr": "1.0.0",
    "com.unity.modules.wind": "1.0.0",
    "com.unity.modules.xr": "1.0.0"
  }
}

```

Script Fokus Kamera

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using System;
using Vuforia;

public class FocusCamera : MonoBehaviour
{
    void Start() {
        OnSingleTapped();
    } // Update is called once per frame
    void Update() { // quitting the Application
        if (Input.GetKey(KeyCode.Escape)) {
            Application.Quit();
        }
        OnSingleTapped();
    }
    private void OnSingleTapped() {
        TriggerAutoFocus();
    }
    public void TriggerAutoFocus() {
        StartCoroutine(TriggerAutoFocusAndEnableContinuousFocusIfSet());
    }
    private IEnumerator TriggerAutoFocusAndEnableContinuousFocusIfSet();
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        CameraDevice.Instance.SetFocusMode(CameraDevice.FocusMode.FOCUS_MODE_CONTINUOUSAUTO) }

```

Lampiran 1. 4 Biodata Penulis

BIODATA PENULIS

Alfi Chandra Lahir di Jakarta Pada Tanggal 13 Juni 1996. Anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Supriyanto dan Almh Ibu Surtini. Pendidikan formal yang ditempuh penulis antara lain MI Al-husna, SMP Keluarga Widuri, dan SMK Negri 20 Jakarta. Tahun 2014, penulis yang akrab dipanggil Alfi ini lulus sekolah dan memilih untuk mengikuti kegiatan Organisasi Pendidika Dasar Karakter dari Perhimpunan Penempuh rimba dan Pendaki Gunung Wanadri di Bandung. Aktif mengikuti kegiatan-kegiatan Ekspedisi Besar di Wanadri, selain itu juga pernah mengikuti pekerjaan lapangan *remote area* didaerah aceh sampai di daerah papua hingga pada tahun 2018 penulis memutuskan untuk melanjutkan jenjang pendidikan di Universitas Winaya Mukti Bandung Jurusan Geodesi dari Fakultas Teknik, Perencanaan, dan Arsitektur. Di Kampus juga penulis aktif dalam perhimpunan mahasiswa geodesi Unwim dan Ikatan Mahasiswa Geodesi Indonesia. Pada tahun 2021 hingga saat ini penulis juga sedang bekerja di salah satu konsultan Geofisika di Bandung yaitu PT Geo Stroom Indonesia Penulis mengambil penelitian tugas akhir dibidang keahlian ilmu Geospasial dengan perpaduan Geomatika dengan judul “Implementasi Pembuatan Peta Interaktif 3 Dimensi Berbasis Teknologi *Augmented Reality* (Studi Kasus Kawasan Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat)”

