

**PEMETAAN CEPAT 3D UNTUK PEMODELAN BANGUNAN  
BERSEJARAH MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR IPAD PRO DAN  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* DALAM  
VISUALISASI 3D BERBASIS *IOS MOBILE***

*(Studi Kasus : Candi Sumberawan, Kabupaten Malang)*

**SKRIPSI**



**Disusun oleh:**

**Rendi Septia Yuda (1725078)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PEMETAAN CEPAT 3D UNTUK PEMODELAN BANGUNAN  
BERSEJARAH MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR IPAD PRO DAN  
IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* DALAM  
VISUALISASI 3D BERBASIS *IOS MOBILE***

*(Studi Kasus : Candi Sumberawan, Kabupaten Malang)*

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai  
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh :

**RENDI SEPTIA YUDA**

**1725078**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping



**Silvester Sari Sai, ST., MT.**

**NIP.Y.1030600413**



**Adkha Yulianandha Maburr, ST., MT.**

**NIP.P.1031700526**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi**



**Silvester Sari Sai, ST., MT.**

**NIP.Y.1030600413**



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**NAMA : RENDI SEPTIA YUDA**  
**NIM : 1725078**  
**PRODI : TEKNIK GEODESI S-1**  
**JUDUL : PEMETAAN CEPAT 3D UNTUK PEMODELAN BANGUNAN  
BERSEJARAH MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR IPAD PRO  
DAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY*  
DALAM VISUALISASI 3D BERBASIS *IOS MOBILE***  
(Studi Kasus : Candi Sumberawan, Kabupaten Malang)

Telah **Dipertahankan** Di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1)  
Pada Hari : Rabu  
Tanggal : 24 Agustus 2022  
Dengan Nilai :

**Panitia Ujian Skripsi**

Ketua

**Alifah Noraini, ST., MT.**  
NIP.P.1031500478

Penguji I

Dosen Pendamping

Penguji II

**Ir. Jasmani, M.kom**  
NIP.Y.1039500284

**Adkha Yulianandha Maburr, ST., MT.**  
NIP.P.1031700526

**Feny Arafah, ST., MT.**  
NIP.P.1031500516

# IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* DALAM VISUALISASI 3D BERBASIS *IOS MOBILE*

(Studi Kasus : Candi Sumberawan, Kabupaten Malang)

Nama : Rendi Septia Yuda

Dosen Pembimbing I : Silvester Sari Sai, ST., MT

Dosen Pembimbing II : Adkha Yulianandha Mabur, ST., MT

## Abstrak

Candi sebagai salah satu unsur Cagar Budaya dalam kategori bangunan Cagar Budaya (UU Nomor 11 Tahun 2010 Tentang Cagar Budaya Pasal 1 Ayat 1) merupakan suatu wujud dokumen yang memiliki peran penting terkait perjalanan bangsa Indonesia. Untuk itu perlu adanya upaya pelestarian dalam bentuk dokumentasi model tiga dimensi bangunan Cagar Budaya sehingga dapat diakses secara luas. Selama ini salah satu faktor kendala dalam proses memperoleh data model tiga dimensi adalah tingginya biaya operasional dan lama pengolahan data apabila digunakan alat ukur konvensional.

Melalui artikel ini, suatu metode alternatif yang cepat, murah, dan mudah untuk memperoleh dan memvisualisasikan model tiga dimensi dengan memanfaatkan teknologi sensor *solid state* LiDAR iPad Pro dan media *augmented reality*. Data *point cloud* hasil akuisisi diproses hingga menjadi *point cloud* terkoreksi yang akan dimodelkan dengan metode *build mesh* dan akan digunakan sebagai data *spatial drawing* untuk pemodelan tiga dimensi secara manual dan data model tiga dimensi akan divisualisasikan menggunakan media *augmented reality*.

Hasil akuisisi data menggunakan sensor *solid state* LiDAR diperoleh *point cloud* yang terkoreksi ketelitiannya sebesar 0.0494 meter, dengan ketelitian tersebut maka masuk kedalam kategorisasi *level of detail* tingkat empat yang dimana hasil pemodelan tiga dimensi dilakukan dengan menggunakan metode *build mesh* dan manual terpresentasikan secara rinci mulai dari bagian bawah candi hingga bagian atap digambarkan secara jelas. Hasil akhir pemodelan tiga dimensi divisualisasikan menggunakan media *augmented reality* sebagai bentuk dokumentasi.

*Kata Kunci : Bangunan Bersejarah, LiDAR Ipad Pro, Augmented Reality*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rendi Septia Yuda

NIM : 1725078

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul “**Pemetaan Cepat 3d Untuk Pemodelan Bangunan Bersejarah Menggunakan Sensor Lidar Ipad Pro Dan Implementasi Teknologi *Augmented Reality* Dalam Visualisasi 3d Berbasis *Ios Mobile***” ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dengan arahan dari komisi pembimbing. Selain itu, sumber informasi yang dikutip penulis telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar Pustaka. Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Malang, 04 September 2022

  
Rendi Septia Yuda  
NIM.1725078

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Puji Syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini penulis persembahkan kepada :

Kedua orang tua, Bapak Miswat dan Ibunda Sri Wahyuni yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan dalam menuntut ilmu, selalu memanjatkan doa-doa yang tidak pernah berhenti mengalir disepanjang malam, serta kasih sayang yang sangat tulus menyertai perjalanan penulis.

Saudara kandung saya, Agung prima Wardana, Novi Cahya Firli, dan Maghfira Zaila Ulfa yang sudah menguatkan dan memberikan bantuan baik moril maupun materil hingga akhir penulisan skripsi

Kelompok penelitian skripsi, Indonesia Lio Akbar, Julius Kelvin, Akrim Syamsudin, Ade Christmas, Yusril Budiman, dan James Evan Souhat yang sudah bersedia membantu saya dalam melakukan proses penelitian dilapangan mulai dari tahap awal perencanaan penelitian hingga tahap akhir penelitian dilapangan

Balai Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) Mojokerto yang sudah memberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan penelitian skripsi

Adinda Elsavana R A Savira yang sudah memberikan ide-ide kreatif dan saran serta memberikan semangat terus menerus dalam penyelesaian penulisan skripsi

## KATA PENGANTAR

Tiada kata paling indah selain puji dan rasa syukur kepada Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Pemetaan Cepat 3d Untuk Pemodelan Bangunan Bersejarah Menggunakan Sensor Lidar Ipad Pro Dan Implementasi Teknologi *Augmented Reality* Dalam Visualisasi 3d Berbasis *Ios Mobile* (Studi Kasus : Candi Sumberawan, Kabupaten Malang)” yang merupakan syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyelesaiannya, penulis banyak mendapat pelajaran, dukungan motivasi, dan bantuan berupa bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak mulai dari pelaksanaan hingga penyusunan laporan skripsi ini.

Ucapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Silvester Sari Sai, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Hery Purwanto, S.T, M.Sc. selaku Dosen Wali penulis yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Adkha Yulianandha Maburr, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan, saran serta masukan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Mas Heri dan Ibu Sulis beserta staf karyawan di Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang atas segala bimbingan dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
5. Rekan-rekan Teknik Geodesi angkatan 2017, kakak tingkat, dan adik tingkat terima kasih untuk kebersamaannya sehingga semua terasa lebih indah dan mudah.

6. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, saran serta masukan.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal itu disadari karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga tujuan dari pembuatan skripsi ini dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan.

Malang, September 2022

Penulis

Rendi Septia Yuda



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI .....	ii
ABSTRAK .....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan dan Manfaat.....	2
I.4. Batasan Masalah .....	3
I.5. Sistematika Penulisan .....	3
BAB II DASAR TEORI .....	5
II.1. Pemetaan Cepat 3D .....	5
II.2. Pengukuran Terestris.....	6
II.2.1. Pengukuran GNSS.....	6
II.2.2. Pengukuran Poligon Tertutup.....	8
II.2.3. Pengukuran Detail Situasi .....	9
II.3. <i>Light Detection and Ranging</i> (LiDAR).....	11
II.4. Sensor Lidar Ipad Pro.....	12
II.4.1. Teknologi LiDAR <i>Solid State</i> .....	15
II.4.2. Teknik Pengukuran LiDAR Ipad Pro.....	16
II.4.3. Registrasi Data .....	17
II.4.4. <i>Noisy Filtering</i> .....	19
II.4.5 Georeferensi .....	20
II.5. <i>Point Cloud</i> .....	21
II.6. Pemodelan Tiga Dimensi .....	22
II.7. <i>Level Of Detail</i> (LOD) .....	23

II.8. <i>Augmented Reality</i> .....	25
II.8.1. Komponen <i>Augmented Reality</i> .....	26
II.8.2. Prinsip Kerja <i>Augmented Reality</i> .....	27
II.9. Candi Sumberawan .....	28
II.10. Keistimewaan Candi Sumberawan.....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	30
III.1. Lokasi Penelitian.....	30
III.2. Alat dan Bahan.....	30
III.3. Diagram Alir Penelitian .....	32
III.4. Pengolahan Data Survei GNSS.....	35
III.5. Pengolahan Data Poligon Menggunakan Metode <i>Traverse Analysis</i> ...	40
III.6. Pengolahan Data LiDAR .....	45
III.7. Pemodelan Tiga Dimensi Candi Sumberawan .....	50
III.8. Desain <i>Augmented Reality</i> Candi Sumberawan.....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	56
IV.1. Hasil Pengukuran Survey GNSS .....	56
IV.2. Hasil Pengukuran Poligon dan Detail Situasi .....	57
IV.3. Hasil Pengolahan Data LiDAR.....	61
IV.3.1. Hasil Registrasi Data <i>Point Cloud</i> .....	61
IV.3.2. Hasil Georeferensi Data <i>Point Cloud</i> .....	63
IV.3.3. Hasil Filtering Data <i>Point Cloud</i> .....	65
IV.4. Hasil Perbandingan Data Koordinat .....	66
IV.5. Hasil Pemodelan Tiga Dimensi .....	68
IV.6. Visualisasi Model 3D Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i> ...	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	71
V.1. Kesimpulan .....	71
V.2. Saran.....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pemetaan cepat 3D .....	5
Gambar 2.2. Sistem penentuan posisi global .....	7
Gambar 2.3. Poligon tertutup .....	8
Gambar 2.4. Metode tachimetri .....	10
Gambar 2.5. <i>Light Detection and Ranging</i> .....	11
Gambar 2.6. Sensor LiDAR iPad Pro.....	12
Gambar 2.7. Prinsip kerja sensor LiDAR.....	13
Gambar 2.8. Dimensi <i>image</i> sensor iPad Pro .....	13
Gambar 2.9. Dimensi VCSEL.....	13
Gambar 2.10. <i>Diffraction optical element</i> .....	14
Gambar 2.11. Prinsip <i>Time of Flight</i> .....	14
Gambar 2.12. Teknologi sensor <i>solid state</i> LiDAR.....	15
Gambar 2.13. Metode statis .....	16
Gambar 2.14. Metode dinamis .....	17
Gambar 2.15. Registrasi Data. ....	18
Gambar 2.16. <i>Noisy filtering</i> .....	19
Gambar 2.17. Georeferensi .....	20
Gambar 2.18. <i>Point cloud</i> .....	21
Gambar 2.19. Model tiga dimensi.....	22
Gambar 2.20. <i>Augmented reality</i> .....	26
Gambar 2.21. Prinsip kerja <i>Augmented reality</i> .....	27
Gambar 2.22. Candi Sumberawan .....	28
Gambar 3.1. Candi Sumberawan .....	30
Gambar 3.2. Diagram Alir .....	32
Gambar 3.3. <i>Project setup</i> .....	35
Gambar 3.4. <i>Project setup</i> .....	36
Gambar 3.5. <i>Convert to rinex</i> .....	36
Gambar 3.6. Data observasi rinex .....	37
Gambar 3.7. Data navigasi rinex.....	37

Gambar 3.8. <i>Website</i> Ina Cors.....	38
Gambar 3.9. Import data .....	38
Gambar 3.10. Hasil pengolahan Ina Cors .....	39
Gambar 3.11. <i>Report</i> data koordinat .....	39
Gambar 3.12. Konversi data sudut.....	40
Gambar 3.13. Konversi data desimal .....	41
Gambar 3.14. format data fbk .....	41
Gambar 3.15. file notepad format fbk poligon.....	42
Gambar 3.16. notepad format fbk detail .....	42
Gambar 3.17. Hasil import survey data poligon .....	43
Gambar 3.18. Hasil import survey data detail.....	43
Gambar 3.19. Membuat perhitungan <i>traverse</i> .....	44
Gambar 3.20. Hasil perhitungan <i>traverse analysis</i> .....	44
Gambar 3.21. Registrasi <i>point cloud</i> .....	45
Gambar 3.22. Georeferensi <i>point cloud</i> .....	47
Gambar 3.23. Filtering otomatis .....	48
Gambar 3.24. Filtering manual .....	49
Gambar 3.25. Hasil pengolahan data <i>point cloud</i> .....	49
Gambar 3.26. Membuat model tiga dimensi.....	50
Gambar 3.27. Membuat model tiga dimensi .....	51
Gambar 3.28. Mendesain <i>texture material</i> .....	51
Gambar 3.29. Menambahkan <i>texture material</i> .....	52
Gambar 3.30. Hasil pembuatan model tiga dimensi .....	52
Gambar 3.31. Membuat <i>anchor</i> .....	53
Gambar 3.32. Mendesain tata letak objek.....	54
Gambar 3.33. Menambahkan objek pohon .....	54
Gambar 3.34. Menambahkan informasi.....	55
Gambar 4.1. Kerangka Poligon.....	57
Gambar 4.2. Sebaran Titik <i>Checkboard</i> .....	60
Gambar 4.3. Hasil Registrasi data <i>Point cloud</i> .....	62

Gambar 4.4. Hasil registrasi data <i>point cloud</i> .....	62
Gambar 4.5. Sebaran titik georeferensi .....	63
Gambar 4.6. Sebelum Filtering .....	65
Gambar 4.7. Sesudah Filtering .....	65
Gambar 4.8. Model tiga dimensi .....	68
Gambar 4.9. Hasil pemodelan tiga dimensi .....	69
Gambar 4.10. Visualisasi <i>augmented reality</i> .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi teknis pengolahan data poligon. ....	9
Tabel 2.2. <i>Level of detail</i> .....	23
Tabel 2.3. Tabel persyaratan akurasi LOD .....	25
Tabel 3.1. Alat.....	30
Tabel 3.2. Bahan .....	31
Tabel 4.1. Koordinat hasil pengamatan GNSS .....	56
Tabel 4.2. Koordinat titik poligon tertutup .....	58
Tabel 4.3. Ketelitian hasil pengukuran ETS .....	58
Tabel 4.4. Uji kualitas geometri kerangka poligon terhadap SNI JKH .....	59
Tabel 4.5. Koordinat titik <i>checkboard</i> .....	60
Tabel 4.6. Hasil registrasi data <i>point cloud</i> .....	62
Tabel 4.7. Koordinat titik sekutu <i>point cloud</i> .....	65
Tabel 4.8. Koordinat titik ikat ETS .....	65
Tabel 4.9. RMSE hasil georeferensi .....	66