



UNIVERSITAS DIPONEGORO

KOMBINASI *UNMANNED AERIAL VEHICLE* DAN *DIGITAL SINGLE LENS REFLEX* UNTUK PEMODELAN TIGA DIMENSI CANDI TUGU BERBIAYA RENDAH

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Azfa Ahmad Dzulvikar

21110119130086

DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JULI 2023



UNIVERSITAS DIPONEGORO

KOMBINASI *UNMANNED AERIAL VEHICLE* DAN *DIGITAL SINGLE LENS REFLEX* UNTUK PEMODELAN TIGA DIMENSI CANDI TUGU BERBIAYA RENDAH

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)

Disusun oleh :

Azfa Ahmad Dzulvikar

21110119130086

DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JULI 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : AZFA AHMAD DZULVIKAR

NIM : 21110119130086

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : AZFA AHMAD DZULVIKAR

NIM : 21110119130086

Jurusan/ Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI

Judul Skripsi :

KOMBINASI *UNMANNED AERIAL VEHICLE* DAN *DIGITAL SINGLE LENS REFLEX* UNTUK PEMODELAN TIGA DIMENSI CANDI TUGU BERBIAYA RENDAH

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.

Pembimbing II : Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng.

Penguji I : Abdi Sukmono, S.T., M.T.

Penguji II : Hana Sugiastu Firdaus, S.T., M.T.

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Semarang, Juni 2023

Ketua Departemen Teknik Geodesi



Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T.

NIP.197703092008121001

HALAMAN PERSEMBAHAN

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

(Al-Imran:190)

“*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal,*”

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

(Al-Imran:190)

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”

Penelitian ini saya persembahkan khusus untuk kedua orangtuaku tersayang, Ibunda Uswatun Chasanah,, Ayahanda Ikhrom, dan seluruh keluarga besar saya.

KATA PENGANTAR

Segala puji kepada Allah Yang Maha Esa, Yang Maha Pengasih, dan Yang Maha Penyayang, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir, meskipun manusia tidak akan berhenti untuk belajar. Tugas akhir ini bukan sebuah pekerjaan individual dan diperlukan banyak bantuan dari banyak pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu. Namun tanpa mengurangi hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

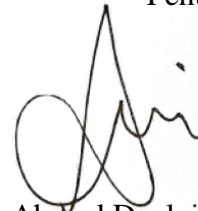
1. Orang tua penulis, yaitu Ibunda Uswatun Chasanah dan Ayahanda Ikhrom yang sangat penulis sayangi sebagai sumber semangat dalam mengejar impian penulis.
2. Saudara-saudara kandung penulis, yaitu Mbak Azwida Rosana Maulida dan Mas Muhammad Ivan Ihsan Izet Begovic.
3. Dek Anggi Farah Aushaf yang senantiasa menemani dan menyemangati penulis di saat-saat yang buruk saat penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
5. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I penulis yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
6. Bapak Muhammad Adnan Yusuf, S.T., M.Eng. selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir penulis.
7. Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T. dan Ibu Hana Sugiastu Firdaus, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam memperbaiki tugas akhir penulis.
8. Seluruh Dosen Prodi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang tidak pernah Lelah memberikan bimbingan, saran, dan bantuannya dalam proses perkuliahan dan penyusunan tugas akhir.
9. Pak Supriyono dan seluruh Staf Tata Usaha Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang selalu membantu dalam proses administrasi tugas akhir penulis.

10. Tim pengukuran Bayu, Dhijo, Ferry, Havi, Firdaus, dan Azzam yang telah membantu dalam pengerjaan akuisisi data tugas akhir ini.
11. Teman-teman KY Brotherhood yang telah membantu dan memberikan semangat dari awal penelitian hingga akhir.
12. Asisten Laboratorium *Photogrammetry and Remote Sensing* yang telah membantu dan menemani dalam proses penyusunan penelitian tugas akhir penulis.
13. Teknik Geodesi 2019 Karan Jagadish yang telah memberikan tempat kekeluargaan di dunia perkuliahan yang nyaman.

Penulis berharap semoga penelitian tugas akhir ini bermanfaat untuk pembaca dan bagi perkembangan ilmu Geodesi di Indonesia, khususnya kelompok keahlian Fotogrametri.

Semarang, Juni 2023

Penulis



Azfa Ahmad Dzulvikar

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AZFA AHMAD DZUVLIKAR
NIM : 21110119130086
Jurusan/ Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :
Kombinasi *Unmanned Aerial Vehicle* dan *Digital Single Lens Reflex* untuk Pemodelan Tiga Dimensi Candi Tugu Berbiaya Rendah (Studi Kasus : Candi Tugu, Kelurahan Tugurejo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang).

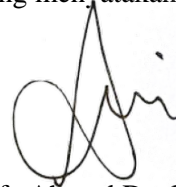
Dengan Hak Bebas Royalti/ Non-eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Juni 2023

Yang menyatakan



Azfa Ahmad Dzulkikar

NIM. 21110119130086

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah	4
I.5 Ruang Lingkup	4
I.5.1 Wilayah Penelitian.....	4
I.5.2 Data dan Peralatan Penelitian	5
I.6 Metodologi Penelitian	11
I.6.1 Diagram Alir Penelitian.....	11
I.6.2 Sistematika Penelitian.....	12
I.7 Sistematika Penulisan Penelitian.....	13
I.8 Sistematika Kerangka Berpikir.....	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	16

II.1	Kajian Penelitian Terdahulu	16
II.2	Kajian Objek Penelitian.....	20
II.2.1	Sejarah Candi Tugu	21
II.2.2	Kondisi Geografis Candi Tugu	21
II.2.3	Struktur Bangunan Candi Tugu	22
II.3	Konsep Biaya.....	26
II.4	Pemodelan 3D Kamera Non-Metrik.....	27
II.4.1	<i>Camera Initiation</i>	27
II.4.2	<i>Feature Extraction</i>	28
II.4.3	<i>Image Matching</i>	29
II.4.4	<i>Feature Matching</i>	30
II.4.5	<i>Structure-from-Motion (SfM)</i>	31
II.4.6	<i>Multi View Stereo (MVS)</i>	32
II.4.7	<i>DepthMap, Meshing, dan Texturing</i>	33
II.5	<i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	34
II.6	Kamera Digital	37
II.7	Uji Statistik.....	40
II.7.1	Uji Hipotesis Mean Populasi	40
II.7.2	Uji Ketelitian Geometri dengan <i>Independent Check Points</i>	45
II.8	Standarisasi Ketelitian Model 3D.....	46
II.8.1	<i>Level of Detail (LOD)</i>	46
II.8.2	<i>Level of Accuracy (LOA)</i>	50
II.9	Perencanaan dan Desain Jaring Kontrol Geodesi.....	50
II.9.1	Presisi Perencanaan dan Desain jaring GNSS	51
II.9.2	SoF Perencanaan dan Desain Jaring GNSS.....	52
II.10	Spesifikasi Pengukuran	52

II.10.1	Spesifikasi GNSS.....	52
II.10.2	Spesifikasi Pengukuran Poligon	54
II.11	Uji Alat <i>Total Station</i>	55
II.12	Perangkat Lunak Pemodelan 3D	56
II.12.1	AliceVision Meshroom.....	56
II.12.2	CloudCompare	58
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	60
III.1	Tahapan Persiapan	60
III.1.1	Peminjaman Alat dan Perijinan Lokasi Penelitian	60
III.1.2	Kalibrasi UAV	61
III.1.3	Perencanaan Akuisisi Data Foto	67
III.1.4	Pengujian Alat <i>Total Station Reflectorless</i>	70
III.1.5	Perencanaan dan Desain Jaring GNSS	71
III.1.6	Perencanaan dan Pemasangan GCP, Titik Ikat, dan ICP.....	73
III.1.7	Perencanaan Pengukuran Data Jarak Bangunan.....	75
III.2	Akuisisi.....	75
III.2.1	Pengukuran GNSS	75
III.2.2	Pengukuran <i>Total Station Reflectorless</i>	77
III.2.3	Pengukuran Meteran Baja.....	80
III.2.4	Pemotretan Model Menggunakan UAV	80
III.2.5	Pemotretan Model Menggunakan DSLR.....	81
III.3	Pengolahan Data	82
III.3.1	Pengolahan Jaring Kontrol	82
III.3.2	Pengolahan <i>Total Station Reflectorless</i>	86
III.3.3	Pengolahan UAV	87
III.3.4	Pengolahan DSLR	92

III.3.5	Kombinasi Model 3D	94
III.4	Uji Validasi.....	98
III.4.1	Uji Ketelitian Geometri Model dengan ICP	98
III.4.2	Uji Hipotesis Mean Populasi	99
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	105
IV.1	Hasil Uji Alat <i>Total Station Reflectorless</i>	105
IV.1.1	Uji Kesalahan Kolimasi.....	105
IV.1.2	Uji Kesalahan Indeks Vertikal.....	105
IV.1.3	Uji Jarak.....	106
IV.2	Hasil Pengolahan GNSS	106
IV.3	Hasil Pengolahan <i>Total Station Reflectorless</i>	108
IV.4	Hasil Pengukuran Meteran Baja.....	108
IV.5	Hasil dan Analisis Model 3D Candi Tugu.....	109
IV.5.1	UAV.....	109
IV.5.2	DSLR	110
IV.5.3	Kombinasi DSLR dengan UAV	112
IV.6	Hasil dan Analisis Uji Validasi Model	116
IV.6.1	Uji Ketelitian Geometri Posisi Model dengan ICP.....	117
IV.6.2	Uji Hipotesis Mean Populasi	119
IV.7	Analisis Kesesuaian Pemodelan 3D Berbiaya Rendah.....	133
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	137
V.1	Simpulan.....	137
V.2	Saran.....	138
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN	L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Tampilan Candi Tugu	5
Gambar I-2 Lokasi Candi Tugu	5
Gambar I-3 Laptop HP 245 G8 Ryzen 5	6
Gambar I-4 Satu Set UAV DJI Phantom 4.....	6
Gambar I-5 DSLR Canon 1300D dengan Tripod	6
Gambar I-6 Receiver GNSS Topcon Hiper SR.....	7
Gambar I-7 Receiver GNSS Topcon Hiper II.....	7
Gambar I-8 Pengisi Daya GNSS Topcon Hiper SR.....	7
Gambar I-9 Baterai <i>Total Station reflectorless</i> dan GNSS Topcon Hiper II	8
Gambar I-10 Pengisi Daya Baterai.....	8
Gambar I-11 Statif.....	8
Gambar I-12 <i>Tribach</i>	9
Gambar I-13 <i>Neck</i>	9
Gambar I-14 Yalon.....	9
Gambar I-15 Prisma	9
Gambar I-16 <i>Total Station Reflectorless</i> SOKKIA IM 52.....	10
Gambar I-17 <i>Checkerboard</i>	10
Gambar I-18 Paku Payung dan Meteran Baja	10
Gambar I-19 Diagram Alir Penelitian	11
Gambar I-20 Kerangka Berpikir.....	15
Gambar II-1 Tampilan Candi Tugu.....	21
Gambar II-2 Bagian Depan Watu Tugu	22
Gambar II-3 Bagian Kiri Watu Tugu	22
Gambar II-4 Bagian Belakang Watu Tugu	23
Gambar II-5 Bagian Kanan Watu Tugu	23
Gambar II-6 Bagian Atas Watu Tugu	23
Gambar II-7 Bagian Depan Candi Tugu	24
Gambar II-8 Bagian Kiri Candi Tugu	24
Gambar II-9 Bagian Belakang Candi Tugu	24
Gambar II-10 Bagian Kanan Candi Tugu	25
Gambar II-11 Bagian Atas Candi Tugu	25

Gambar II-12 Bagian Dalam Candi Tugu.....	25
Gambar II-13 <i>Metadata</i> Gambar.....	27
Gambar II-14 Deteksi Fitur dengan Metode SIFT dan AKAZE.....	29
Gambar II-15 <i>Image Matching</i>	30
Gambar II-16 <i>Feature Matching</i>	31
Gambar II-17 Hasil <i>Structure-from-Motion</i> Meshroom	32
Gambar II-18 <i>Multi View Stereo</i>	32
Gambar II-19 <i>DepthMap, Meshing, dan Texturing</i>	33
Gambar II-20 DJI Phantom 4.....	34
Gambar II-21 Tahapan Kalibrasi Sensor Depan	35
Gambar II-22 Instruksi Kalibrasi Kompas	36
Gambar II-23 Bentuk Distorsi Radial	38
Gambar II-24 Distorsi <i>Tangential</i>	38
Gambar II-25 <i>Planar Checkerboard Grid</i>	39
Gambar II-26 <i>Level of Detail</i> 100	47
Gambar II-27 <i>Level of Detail</i> 200	47
Gambar II-28 <i>Level of Detail</i> 300	48
Gambar II-29 <i>Level of Detail</i> 350	49
Gambar II-30 <i>Level of Detail</i> 400	49
Gambar II-31 Alur Pekerjaan <i>Default</i> AliceVision Meshroom.....	56
Gambar II-32 Alur Pekerjaan <i>Draft Meshing</i> AliceVision Meshroom.....	57
Gambar II-33 Penampilan <i>Software</i> CloudCompare	59
Gambar III-1 Persiapan kalibrasi sensor depan	61
Gambar III-2 Jendela Pemilihan <i>Device</i>	62
Gambar III-3 Jendela Kalibrasi Sensor Depan	62
Gambar III-4 Posisi 1 Kalibrasi Sensor Depan.....	62
Gambar III-5 Posisi 2 Kalibrasi Sensor Depan.....	62
Gambar III-6 Persiapan Kalibrasi Kompas dan IMU	63
Gambar III-7 Jendela Awal Perangkat Lunak DJI GO 4.....	63
Gambar III-8 Jendela Kalibrasi Kompas	64
Gambar III-9 Posisi 1 Kalibrasi Kompas.....	64
Gambar III-10 Posisi 2 Kalibrasi Kompas.....	64

Gambar III-11 Jendela Kalibrasi IMU	65
Gambar III-12 Posisi 1 Kalibrasi IMU	65
Gambar III-13 Posisi 2 Kalibrasi IMU	65
Gambar III-14 Posisi 3 Kalibrasi IMU	66
Gambar III-15 Posisi 4 Kalibrasi IMU	66
Gambar III-16 Posisi 5 Kalibrasi IMU	66
Gambar III-17 Posisi 6 Kalibrasi IMU	66
Gambar III-18 Menu <i>Gimbal Settings</i>	67
Gambar III-19 <i>Auto Calibrate Gimbal</i>	67
Gambar III-20 Rencana Akuisisi Manual Perangkat UAV	68
Gambar III-21 Rencana Akuisisi Otomatis Perangkat UAV	69
Gambar III-22 Rencana Akuisisi Manual DSLR.....	69
Gambar III-23 Desain Jaring GNSS Penelitian (1).....	71
Gambar III-24 Desain Jaring GNSS Penelitian (2).....	72
Gambar III-25 Matriks A Jaring GNSS Penelitian	72
Gambar III-26 <i>Input</i> Matriks A.....	72
Gambar III-27 Hasil Perhitungan Presisi dan SoF Desain Jaring.....	73
Gambar III-28 Pemasangan GCP di Sekitar Candi Tugu	73
Gambar III-29 Titik Ikat dan ICP Candi Tugu (1).....	74
Gambar III-30 Titik Ikat dan ICP Candi Tugu (2).....	74
Gambar III-31 Titik Ikat dan ICP Candi Tugu (3).....	74
Gambar III-32 Titik Ikat dan ICP Candi Tugu (4).....	75
Gambar III-33 Titik Pengukuran GNSS Candi Tugu (1)	76
Gambar III-34 Titik Pengukuran GNSS Candi Tugu (2)	76
Gambar III-35 <i>Setup</i> Alat GNSS	77
Gambar III-36 <i>Setup</i> Perangkat <i>Total Station Reflectorless</i>	78
Gambar III-37 <i>Setup</i> Prisma Sebagai <i>Backside</i>	78
Gambar III-38 Proses Pengukuran <i>Total Station Reflectorless</i>	79
Gambar III-39 Dokumentasi Pengukuran Meteran Baja	80
Gambar III-40 Proses Akuisisi Foto Candi dengan UAV	81
Gambar III-41 Proses Pengaturan Kamera DSLR	81
Gambar III-42 Proses Akuisisi Foto Candi dengan DSLR.....	82

Gambar III-43 Sub Diagram Alir Pengolahan Jaring Kontrol.....	82
Gambar III-44 Jendela Create a new job Topcon Tools	83
Gambar III-45 Penyuntingan <i>GPS Time Zone Offset</i>	83
Gambar III-46 Penyuntingan <i>Coordinate Systems</i>	84
Gambar III-47 Penyuntingan Titik Tugu Muda.....	84
Gambar III-48 Penyuntingan Jendela <i>GPS Occupations</i>	85
Gambar III-49 Pengunduhan Data Ephemeris.....	85
Gambar III-50 Proses <i>GPS+ PostProcessing</i>	85
Gambar III-51 Sub Diagram Alir Pengolahan <i>Total Station Reflectorless</i>	86
Gambar III-52 Membuka <i>save file</i> format .SDR	86
Gambar III-53 <i>Icon Print</i> Spectrum Link	86
Gambar III-54 Pemisahan Data dengan <i>Space</i>	87
Gambar III-55 File Pengukuran <i>Total Station Reflectorless</i>	87
Gambar III-56 Sub Diagram Alir Pengolahan UAV	87
Gambar III-57 Pengaturan <i>Node FeatureExtraction</i>	88
Gambar III-58 Pengaturan <i>Node FeatureMatching</i>	89
Gambar III-59 Pengaturan <i>Node DepthMap</i>	89
Gambar III-60 Pengaturan <i>Node Meshing</i>	90
Gambar III-61 Mengatur Posisi <i>Bounding Box</i>	90
Gambar III-62 Pengaturan <i>Node Texturing</i> UAV.....	91
Gambar III-63 Hasil <i>Mesh</i> dan <i>Texture</i> Foto Dari Akuisisi UAV.....	91
Gambar III-64 Proses <i>Node Publish</i>	91
Gambar III-65 Hasil <i>Node Publish</i> UAV	92
Gambar III-66 Sub Diagram Alir Pengolahan DSLR.....	92
Gambar III-67 <i>Mesh</i> dan <i>Texture</i> Candi DSLR Depan	92
Gambar III-68 <i>Mesh</i> dan <i>Texture</i> Candi DSLR Kiri	93
Gambar III-69 <i>Mesh</i> dan <i>Texture</i> Candi DSLR Belakang.....	93
Gambar III-70 <i>Mesh</i> dan <i>Texture</i> Candi DSLR Kanan	93
Gambar III-71 Sub Diagram Alir Pengolahan Kombinasi	94
Gambar III-72 <i>Alignment Tools</i>	94
Gambar III-73 <i>Report</i> Hasil <i>Georeference</i> Model 3D UAV	95
Gambar III-74 <i>Report</i> Hasil <i>Georeference</i> Model 3D DSLR.....	95

Gambar III-75 Jendela Global shift/Scale.....	95
Gambar III-76 <i>Tools Segment</i>	96
Gambar III-77 Proses Pemotongan <i>Mesh</i> UAV	96
Gambar III-78 Proses Pemotongan <i>Mesh</i> DSLR.....	96
Gambar III-79 Hasil Pemotongan <i>Mesh</i> UAV Bagian Atas.....	96
Gambar III-80 Hasil Pemotongan <i>Mesh</i> DSLR Bagian Bawah.....	97
Gambar III-81 <i>Tools Merge Multiple Clouds</i>	97
Gambar III-82 Proses <i>Merging Mesh</i>	97
Gambar III-83 Hasil <i>Merging Mesh</i> UAV dan DSLR.....	97
Gambar III-84 Hasil Penyusunan Rumus Ketelitian Geometri ICP	98
Gambar IV-1 Model 3D UAV Candi Tugu Tampak Depan	109
Gambar IV-2 Model 3D UAV Candi Tugu Tampak Kanan	109
Gambar IV-3 Model 3D UAV Candi Tugu Tampak Belakang	110
Gambar IV-4 Model 3D UAV Candi Tugu Tampak Kiri	110
Gambar IV-5 Model 3D DSLR Candi Tugu Tampak Depan	111
Gambar IV-6 Model 3D DSLR Candi Tugu Tampak Kanan	111
Gambar IV-7 Model 3D DSLR Candi Tugu Tampak Belakang.....	112
Gambar IV-8 Model 3D DSLR Candi Tugu Tampak Kiri	112
Gambar IV-9 Model 3D Kombinasi Candi Tugu Tampak Depan	113
Gambar IV-10 Model 3D Kombinasi Candi Tugu Tampak Kanan	113
Gambar IV-11 Model 3D Kombinasi Candi Tugu Tampak Belakang	114
Gambar IV-12 Model 3D Kombinasi Candi Tugu Tampak Kiri	114
Gambar IV-13 Diagram <i>Error</i> Geometrik Jarak Ketiga Metode.....	130
Gambar IV-14 Model 3D Atap Metode DSLR.....	130
Gambar IV-15 Sebagian Model 3D Badan Bangunan Metode UAV	131

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Kajian Penelitian Terdahulu	16
Tabel II-2 Model Matematis Perhitungan Biaya.....	26
Tabel II-3 <i>Level of Accuracy</i>	50
Tabel II-4 Spesifikasi Teknis Pengamatan Jaring Titik Kontrol Geodetik.....	53
Tabel II-5 Spesifikasi Teknis Pengolahan Jaring Titik Kontrol Geodetik.....	53
Tabel II-6 Spesifikasi Teknis Pengukuran Poligon	54
Tabel II-7 Spesifikasi Teknis Pengolahan Poligon.....	55
Tabel III-1 Hasil Uji Normalitas Lilliefors.....	100
Tabel III-2 Perhitungan Uji <i>T-Test</i> Satu Sampel Model Kombinasi	101
Tabel III-3 Perhitungan Uji <i>T-Test</i> Satu Sampel Model UAV	102
Tabel III-4 Perhitungan Uji <i>T-Test</i> Satu Sampel Model DSLR	102
Tabel III-5 Hasil Pengujian Homogenitas	102
Tabel III-6 Perhitungan Uji Hipotesis Mean Populasi Dua Variabel	104
Tabel IV-1 Hasil Uji Kolimasi <i>Total Station Reflectorless</i>	105
Tabel IV-2 Hasil Uji Indeks Vertikal <i>Total Station Reflectorless</i>	105
Tabel IV-3 Hasil Uji Jarak <i>Total Station Reflectorless</i>	106
Tabel IV-4 Rangkuman Observasi GNSS.....	106
Tabel IV-5 Hasil Koordinat Kartesian Toposentrik UTM 49S GCP	107
Tabel IV-6 Koordinat Hasil Akuisisi <i>Total Station Reflectorless</i>	108
Tabel IV-7 Hasil Pengukuran dengan Meteran Baja	108
Tabel IV-8 Ringkasan Hasil Model 3D Ketiga Metode.....	114
Tabel IV-9 Perbedaan Hasil Model 3D Candi Tugu Ketiga Metode.....	115
Tabel IV-10 Hasil Perhitungan Uji Ketelitian Geometri Model Kombinasi	117
Tabel IV-11 Hasil Perhitungan Uji Ketelitian Geometri Model UAV	118
Tabel IV-12 Hasil Perhitungan Uji Ketelitian Geometri Model DSLR.....	118
Tabel IV-13 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Model Kombinasi	119
Tabel IV-14 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Model UAV	119
Tabel IV-15 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Model DSLR.....	120
Tabel IV-16 Hasil Perhitungan Uji Normalitas Lilliefors Model Kombinasi....	120
Tabel IV-17 Hasil Perhitungan Uji Normalitas Lilliefors Model UAV.....	121
Tabel IV-18 Hasil Perhitungan Uji Normalitas Lilliefors Model DSLR.....	122

Tabel IV-19 Hasil Perhitungan Uji <i>T-Test</i> Satu Sampel Model Kombinasi.....	123
Tabel IV-20 Hasil Perhitungan Uji <i>T-Test</i> Satu Sampel Model UAV	124
Tabel IV-21 Hasil Perhitungan Uji <i>T-Test</i> Satu Sampel Model DSLR	125
Tabel IV-22 Hasil Uji Hipotesis Mean Populasi Kombinasi dan UAV.....	127
Tabel IV-23 Hasil Uji Hipotesis Mean Populasi Kombinasi dan DSLR	128
Tabel IV-24 Hasil Uji Hipotesis Mean Populasi UAV dan DSLR.....	129
Tabel IV-25 Rangkuman Uji Mean Populasi Ketiga Metode	132
Tabel IV-26 Rangkuman Pemodelan 3D Candi Tugu dan Biaya.....	133

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Lembar Asistensi.....	L-1
LAMPIRAN 2. Surat Izin Alat, Data, dan Lokasi	L-2
LAMPIRAN 3. Data Pengukuran	L-3
LAMPIRAN 4. Visualisasi Posisi <i>Premark</i> dan Geometri Jarak	L-4
LAMPIRAN 5. Hasil Pengolahan.....	L-5
LAMPIRAN 6. Spesifikasi Alat	L-6
LAMPIRAN 7. Model 3 Dimensi Candi Tugu.....	L-7
LAMPIRAN 8. Dokumentasi Pengukuran di Lapangan	L-8