

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	v
PERNYATAAN.....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
INTISARI .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Identifikasi Masalah .....	2
I.3 Pertanyaan Penelitian .....	2
I.4 Cakupan Penelitian.....	3
I.5 Tujuan Penelitian .....	3
I.6 Manfaat Penelitian .....	3
I.7 Tinjauan Pustaka .....	4
I.8 Landasan Teori.....	5
I.8.1 Fotogrametri Jarak Dekat .....	5
I.8.2 Kamera .....	7
I.8.3 Geometri Kamera.....	8
I.8.4 Kalibrasi Kamera .....	9
I.8.5 Distorsi Lensa .....	10
I.8.6 Geometri Video.....	11
I.8.7 Persamaan Kolinearitas .....	12
I.8.8 Pemodelan Tiga Dimensi .....	13
I.8.9 <i>Ground Sample Distance</i> (GSD) .....	14
I.8.10 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) .....	15
I.8.11 Uji Signifikansi Beda Dua Parameter .....	16
I.9 Hipotesis .....	16
BAB II PELAKSANAAN .....	17

II.1. Persiapan.....	17
II.1.1. Lokasi Penelitian.....	17
II.1.2. Persiapan Peralatan Penelitian .....	18
II.1.3. Bahan Penelitian.....	19
II.1.4. Peralatan Penelitian .....	20
II.2. Pelaksanaan .....	20
II.2.1. Pengumpulan Data Penelitian .....	22
II.2.2. Pengolahan Data Foto.....	25
II.2.3. Evaluasi Ketelitian Model Berdasarkan Kenampakan Objek.....	34
II.2.4. Evaluasi Ketelitian Model Secara Geometrik.....	35
II.2.5. Uji Signifikansi Beda Dua Parameter .....	35
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN .....	37
III.1. Hasil Model Tiga Dimensi menggunakan Data Foto <i>Action Camera</i> Sebelum Koreksi (Model 1). .....	37
II.1.1. Evaluasi Ketelitian Model 1 berdasarkan kenampakan objek. ....	39
II.1.2. Evaluasi Ketelitian Model 1 Secara Geometrik .....	40
III.2. Hasil Model Tiga Dimensi dengan Data Foto <i>Action Camera</i> Setelah Koreksi (Model 2). .....	43
III.2.1. Evaluasi Ketelitian Model 2 Berdasarkan Kenampakan Objek. ....	45
III.2.2. Evaluasi Ketelitian Model 2 Secara Geometrik.....	48
III.3. Hasil Model Tiga Dimensi dengan Data Foto DSLR .....	52
III.3.1. Evaluasi Ketelitian Model 3 Berdasarkan Kenampakan Objek. ....	52
III.3.2. Evaluasi Ketelitian Model 3 Secara Geometrik.....	53
III.4. Uji Signifikansi Beda Dua Parameter. ....	56
III.4.1. Uji Signifikansi Terhadap Model 1 dan Model 2. ....	56
III.4.2. Uji Signifikansi Terhadap Model 2 dan Model 3. ....	57
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
IV.1. Kesimpulan .....	59
IV.2. Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Action camera <b>Xiaomi Yi</b> (Xiao Yi, 2015).	1
Gambar I.2	Skenario perekaman objek dengan foto terestris (Agisoft, 2014)..	6
Gambar I.3	Geometri proyeksi kamera tiga dimensi (Axis, 2010 dan Maharani, 2015).	8
Gambar I.4	Geometri epipolar dua buah kamera (Wolf dkk, 2014).	9
Gambar I.5	Distorsi radial (a) dan distorsi tangensial (b) (Wolf dkk, 2014).	10
Gambar I.6	Geometri hubungan S.K. Foto dengan S.K Tanah (Wolf dkk, 2014).	13
Gambar II.1	Kenampakan Candi Gebang sisi timur (Dokumentasi pribadi).	17
Gambar II.2	Calibration grid dari perangkat lunak <b>Agisoftlens versi 1.1.6</b> yang digunakan untuk memperoleh parameter kalibrasi.	18
Gambar II.3	Diagram alir pelaksanaan penelitian secara umum.	21
Gambar II.4	Titik kontrol untuk pengukuran KKH dan KKV.	23
Gambar II.5	Gambar (a) dan (b) merupakan target yang dipasang pada sisi timur dinding candi.	24
Gambar II.6	Gambar (a) dan (b) merupakan target yang dipasang pada sisi selatan dinding candi.	25
Gambar II.7	Cuplikan tahapan pass 1.	26
Gambar II.8	Sisi candi saat koreksi video dengan <b>VirtualDub (Deshaker v.3)</b> .	27
Gambar II.9	Frame video dengan vektor gerak yang baik.	27
Gambar II.10	Cuplikan tahap pass 2.	28
Gambar II.11	Cuplikan video hasil perekaman action camera <b>Xiaomi Yi</b> (a) dan kamera DSLR <b>Canon 600D</b> (b).	29
Gambar II.12	Cuplikan hasil <i>align photos</i> sisi timur candi.	30
Gambar II.13	Tampilan fasad objek hasil pembuatan <i>dense point cloud</i> .	31
Gambar II.14	Bagian atas candi yang tidak termodelkan (a) model dan (b) foto.	32
Gambar II.15	Hasil mesh pada model tiga dimensi (a) seluruh bagian objek dan (b) hasil perbesaran pada bagian kotak kuning.	33
Gambar II.16	Cuplikan proses georeferensi.	34
Gambar II.17	Kelengkapan detail objek.	35
Gambar III.1	Model tiga dimensi dari data foto action camera sebelum dilakukan koreksi sisi timur (a) dan sisi selatan (b).	38
Gambar III.2	Efek lengkung pada Model 1 (a) dan pada foto (b).	39
Gambar III.3	Kondisi kesalahan pembentukan tekstur akibat adanya awan yang menyatu dengan dinding candi dan bagian atap yang berlubang.	39
Gambar III.4	Kenampakan kondisi dinding dan atap candi di lapangan.	40
Gambar III.5	Grafik selisih komponen koordinat (X,Y,Z) target Model 1.	42
Gambar III.6	Ilustrasi lokasi target pada model 1 sisi timur.	42
Gambar III.7	Model tiga dimensi dari data foto action camera setelah dilakukan koreksi sisi timur (a) dan sisi selatan (b).	45
Gambar III.8	Koreksi video dan koreksi distorsi dapat mengurangi efek lengkung pada model (a), kenampakan foto sebelum koreksi (b) dan setelah koreksi distorsi (c).	46

Gambar III.9	Kenampakan stupa saat berbentuk mesh (a) dan tekstur (b) pada model. ....	47
Gambar III.10	Kenampakan stupa di lapangan. ....	47
Gambar III.11	Kenampakan atap candi yang berlubang serta relief candi pada model (a) dan pada foto (b). ....	48
Gambar III.12	Kenampakan relief atap candi di sisi selatan pada model (a) dan pada foto (b). ....	48
Gambar III.13	Grafik selisih komponen koordinat X,Y,Z target Model 2.....	50
Gambar III.14	Model tiga dimensi dari data foto kamera DSLR sisi timur (a) dan sisi selatan (b). ....	52
Gambar III.15	Kenampakan objek berbentuk persegi pada model (mesh) yang tidak termodelkan (a) dan kenampakan pada foto (b). ....	53
Gambar III.16	Selisih komponen koordinat (X,Y,Z) target Model 3. ....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Sebagian nilai parameter kalibrasi kamera (Distorsi radial dan tangensial). .....	19
Tabel II.2	Koordinat stasiun pengamatan dalam UTM. ....	23
Tabel II.3	Informasi video.....	29
Tabel III.1	Tabel RMSE Model 1 dalam satuan meter. ....	41
Tabel III.2	Perbandingan Ukuran Dimensi Objek pada Model 1. ....	43
Tabel III.3	Tabel RMSE Model 2 dalam satuan meter. ....	49
Tabel III.4	Perbandingan Ukuran Dimensi Objek pada Model 2. ....	51
Tabel III.5	Tabel RMSE Model 3 dalam satuan meter. ....	53
Tabel III.6	Perbandingan Ukuran Dimensi Objek pada Model 3. ....	55
Tabel III.7	Tabel hasil uji signifikansi beda dua parameter model 1 dan model 2. ....	56
Tabel III.8	Tabel hasil uji signifikansi beda dua parameter model 2 dan model 3. ....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Hasil Pemotretan <i>Calibration Grid</i> .....	64
LAMPIRAN B Foto yang digunakan pada setiap <i>chunk</i> .....	66
LAMPIRAN C Data Pengukuran Poligon ( <i>Bowditch</i> ).....	71
LAMPIRAN D Data Ukuran Jarak, Sudut dan Koordinat Target .....	73
LAMPIRAN E Spesifikasi Kamera <i>Action camera</i> Xiaomi Yi dan Kamera DSLR	76
LAMPIRAN F Spesifikasi <i>Total Station Reflectorless</i> SOUTH NTS-355 .....	85
LAMPIRAN G <i>Report</i> Agisoft PhotoScan.....	87

## DAFTAR ISTILAH

<i>Action Camera</i>	: Kamera digital yang memiliki karakteristik ringan, berdimensi kecil, tahan air, dan <i>field of view</i> (FOV) yang lebar.
DSLR	: <i>Digital single lens reflex</i> , kamera digital yang menggunakan cermin untuk meneruskan cahaya dari lensa.
CCD	: <i>Charge–Couple Device</i> , sensor digital pada kamera.
CMOS	: <i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i> , sensor digital pada kamera.
Lensa <i>wide angle</i>	: Lensa dengan konfigurasi sudut yang lebar.
<i>IO</i>	: <i>Interior Orientation</i> , parameter orientasi dalam kamera, diperoleh dari hasil kalibrasi.
<i>EO</i>	: <i>Exterior orientation</i> , parameter orientasi luar kamera, ditentukan dari proses orientasi relatif.
<i>GSD</i>	: <i>Ground sample distance</i> , ukuran terkecil yang dapat terekam dalam satu piksel dengan satuan dalam meter.
<i>chunk</i>	: <i>Layer</i> yang memisahkan antara foto-foto yang akan diorientasikan.
UAV	: <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> , wahana tanpa awak.
FOV	: <i>Field of View</i> (FOV), ruang pandang atau perspektif yang terlihat pada posisi dan orientasi tertentu.