

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI	xvii
<i>ABSTRACT</i>	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	7
I.8.1. <i>Terrestrial Laser Scanning</i>	7
I.8.1.1 <i>Point Cloud</i>	
I.8.1.2 Registrasi Data <i>Point Cloud</i>	9
I.8.2. Fotogrametri <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV)	11
I.8.2.1 Kamera Digital Sensor CMOS (<i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>).....	12
I.8.2.2 Kalibrasi Kamera.....	13
I.8.2.3 Foto <i>Stereo</i>	15
I.8.2.4 Jalur Terbang.....	16

I.8.2.5 <i>Ground Sample Distance (GSD)</i>	17
I.8.3. Model Terain Digital (MTD).....	17
I.8.4. <i>Triangular Irregular Network (TIN)</i>	19
I.8.5. Metode <i>Cross Section</i>	20
I.8.6. <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	21
I.8.7. Uji Statistik.....	21
I.9. Hipotesis	22
BAB II PELAKSANAAN	23
II.1. Persiapan.....	23
II.1.1. Lokasi Penelitian.....	23
II.1.2. Persiapan Peralatan Penelitian	23
II.1.2.1 Persiapan Alat <i>Total Station</i> Sokkia Set-550X	23
II.1.2.2 Persiapan Alat <i>Terrestrial Laser Scanner</i> Maptek I-site 8820.....	24
II.1.3. Bahan Penelitian.....	24
II.1.4. Alat Penelitian.....	24
II.2. Pelaksanaan	26
II.2.1. Pengumpulan Data Penelitian	28
II.2.1.1 Pengukuran Kerangka Kontrol Pemetaan	28
II.2.1.2 Pengukuran Topografi Tambang Pasir Metode <i>Terrestrial Laser Scanning</i>	30
II.2.1.3 Pemotretan Udara Metode Fotogrametri UAV	31
II.2.2. Pengolahan Data.....	32
II.2.2.1 Pengolahan Data <i>Terrestrial Laser Scanning</i>	32
II.2.2.2 Pengolahan Data Fotogrametri UAV	36
II.2.3. Menentukan Titik Uji Menggunakan Metode <i>Cross Section</i>	39
II.2.4. Menentukan Titik Uji Pada Data <i>Point Cloud</i> TLS	43
II.2.5. Penghitungan Volume MTD-TLS Dan MTD-UAV Metode Blok Uji	44
II.2.6. Evaluasi Kualitas <i>Point Cloud</i> Hasil Pengukuran TLS.....	45
II.2.7. Uji Perbedaan Nilai Elevasi MTD-UAV Terhadap MTD-TLS	46
II.2.8. Uji Perbedaan Nilai Elevasi Antar <i>Point Cloud</i>	46
II.2.9. Uji Perbedaan Persentase Volume Blok Uji	48

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	50
III.1. Hasil Model Terain Digital dari Metode <i>Terrestrial Laser Scanning</i>	50
III.2. Hasil Model Terain Digital dari Metode Fotogrametri UAV	52
III.3. Komparasi Visual MTD-TLS Dengan MTD-UAV	55
III.4. Analisis Pola Kontur MTD-TLS Dengan MTD-UAV Secara Visual	56
III.5. Hasil Uji Perbandingan Nilai Elevasi Dengan Metode <i>Cross Section</i>	57
III.6. Hasil Uji Perbandingan Nilai Elevasi <i>Point Cloud</i> UAV Terhadap <i>Point Cloud</i> TLS	60
III.7. Hasil Uji Persentase Perbedaan Volume Blok Uji.....	61
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	63
IV.1. Kesimpulan	63
IV.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Koordinat Tanah Kerangka Kontrol Pemetaan Dalam Sistem Proyeksi UTM	29
Tabel II.2 Data Hasil Pengukuran TLS	33
Tabel III.1 Nilai Parameter Hasil Kalibrasi Kamera	53
Tabel III.2 Nilai RMSE Hasil Registrasi Foto Udara	54
Tabel III.3 Cuplikan Data Koordinat Titik Uji <i>Cross Section</i>	58
Tabel III.4 Cuplikan Data Koordinat Titik Uji <i>Point Cloud</i>	60
Tabel III.5 Hasil Perbandingan Nilai Volume <i>Mesh</i> Blok Uji	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Geometri Akuisisi Data <i>Terrestrial Laser Scanning</i> (Soudarissanane, 2016)	7
Gambar I.2 Prinsip Kerja <i>Pulse Based</i> Pada TLS (Genechten, 2008).....	8
Gambar I.3 <i>Point Cloud</i> (Rusu dan Cousins, 2011)	9
Gambar I.4 Registrasi Data Dengan Metode <i>Target Based</i> (Reshetyuk, 2009)	9
Gambar I.5 Registrasi <i>Cloud to Cloud</i> (Reshetyuk, 2009).....	10
Gambar I.6 Regittrasi Poligon / <i>Traverse</i> (Geosystems, 2012)	10
Gambar I.7 Konsep Akuisisi Data Fotogrametri UAV (AirpixelsHD)	11
Gambar I.8 Geometri Akuisisi Data Fotogrametri UAV (Kraus, 2007).....	12
Gambar I.9 Sensor CMOS (Canon, 2017)	13
Gambar I.10 Distorsi Radial (Weng, 1992)	14
Gambar I.11 Komponen Distorsi Tangensial Pada Distorsi <i>Decentering</i> (Weng, 1992)	14
Gambar I.12 Prinsip Foto Stereo (Linder, 2005)	15
Gambar I.13 Geometri Jalur Terbang (Kraus, 2007)	16
Gambar I.14 Tahapan Pemodelan Terain Digital (Li, Zhu dan Gold, 2004).....	18
Gambar I.15 Model Terain Digital (Quinn, dkk., 1991).....	19
Gambar I.16 Segitiga TIN (Li, Zhu dan Gold, 2004)	20
Gambar I.17 Controh <i>Cross Section</i> (Kavanagh, 2010)	21
Gambar II.1 Lokasi Daerah Penelitian di Tambang Pasir Cangkringan.....	23
Gambar II.2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	27
Gambar II.3 Pengukuran Kerangka Kontrol Pemetaan	28
Gambar II.4 Persebaran Titik Kerangka Kontrol Pemetaan	29
Gambar II.5 Jalur Terbang Akuisisi Data Fotogrametri UAV	31
Gambar II.6 Pemotretan Udara Metode Fotogrametri UAV	31
Gambar II.7 Posisi Kamera Terhadap Obyek (Photoscan User Manual, 2013)	32
Gambar II.8 Ilustrasi Lokasi <i>Scanworld</i> di Daerah Penelitian	33
Gambar II.9 Proses Konversi Pada Perangkat Lunak Maptek Studio	34
Gambar II.10 Proses <i>Cropping Point Cloud</i> Pada Leica Cyclone.....	34

Gambar II.11 Proses <i>Filtering</i> Pada Leica Cyclone	35
Gambar II.12 Tahapan Proses Pembuatan Kontur.....	35
Gambar II.13 <i>Sparse Cloud</i> Hasil Tahap Mozaik Foto	36
Gambar II.14 Tahapan <i>Import</i> Titik Kontrol	37
Gambar II.15 Posisi <i>pointer</i>	37
Gambar II.16 Tahapan Pemilihan Parameter Kalibrasi Pada Optimasi Kamera	38
Gambar II.17 Tahapan Proses Pembentukan <i>Dense Cloud</i>	38
Gambar II.18 <i>Cropping Point Cloud</i> Pada Leica Cyclone	39
Gambar II.19 Hasil <i>Sampling Grid</i> Pada Leica Cyclone	40
Gambar II.20 Titik-titik Trase Pada MTD-TLS	41
Gambar II.21 Hasil Pemilihan Titik Uji <i>Cross Section</i> Pada MTD-TLS	41
Gambar II.22 Tahapan <i>Export Data Cross Section</i>	42
Gambar II.23 Proses <i>Draping</i> Pada Perangkat Lunak Surpac	42
Gambar II.24 Ilustrasi Persebaran Titik Uji.....	43
Gambar II.25 Blok Uji Untuk Penghitungan Volume	44
Gambar II.26 <i>Mesh</i> Pada Satu Blok Uji	44
Gambar II.27 Titik Acuan <i>Reference Plane</i>	45
Gambar II.28 Proses Pemeriksaan <i>Gap</i> Pada Leica Cyclone	46
Gambar II.29 Tahapan <i>Output Control Report</i>	47
Gambar II.30 Ilustrasi <i>Output Control Report</i> Pada TerraScan (Geocue, 2017).....	48
Gambar II.31 Hasil Penghitungan Volume.....	49
Gambar III.1 Hasil Registrasi <i>Cloud to Cloud</i>	50
Gambar III.2 Irisan Vertikal <i>Point Cloud</i> Galian Tambang	50
Gambar III.3 <i>Point Cloud</i> Galian Tambang Pasir Merapi	51
Gambar III.4 Model Terain Digital dari <i>Point Cloud</i> hasil pengukuran TLS	52
Gambar III.5 <i>Dense Cloud</i> Galian Tambang Pasir Merapi.....	53
Gambar III.6 Model Terain Digital dari <i>Dense Cloud</i> hasil fotogrametri UAV	54
Gambar III.7 Komparasi Visual MTD.....	55
Gambar III.8 Perbandingan Pola Kontur	56
Gambar III.9 Titik Uji Pada <i>Cross Section</i>	57
Gambar III.10 <i>Cross Section</i> Dengan Rerata Selisih Z Terbesar Skala 1:100	59

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Spesifikasi <i>Terrestrial Laser Scanner</i> Maptek I-site 8820	68
LAMPIRAN B Spesifikasi <i>Drone</i> Phantom 3 Professional	71
LAMPIRAN C Kerangka Kontrol Pemetaan	73
LAMPIRAN D Pengukuran Dan Pengolahan Data dari Metode <i>Terrestrial Laser Scanning</i>	77
LAMPIRAN E Akuisisi Dan Pengolahan Data Foto Udara	84
LAMPIRAN F Langkah Analisis Perbandingan Elevasi Metode <i>Cross Section</i>	94
LAMPIRAN G Langkah Analisis Perbandingan Elevasi Titik Uji Antar <i>Point Cloud</i>	101
LAMPIRAN H Penghitungan Volume Blok Uji	104
LAMPIRAN I Data Koordinat Titik Uji Dan Hasil Uji Signifikansi	110