

SKRIPSI

KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL

(Studi Kasus : Persil di wilayah Kampus 2 ITN Malang)



Di susun oleh :

ARIANSYAH
1225912

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014

1944

SECRET

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE ARMY
OFFICE OF THE CHIEF OF STAFF
WASHINGTON, D. C.

MEMORANDUM

FOR THE RECORD

DATE: 10/10/44

MEMORANDUM FOR THE RECORD

RE: [Illegible]

SECRET

SKRIPSI

**KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UAV (UNMANNED AERIAL
VEHICLE) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL**

(Studi Kasus : Persil di wilayah Kampus 2 ITN Malang)



Di susun oleh :

ARIANSYAH

1225912

JURUSAN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UAV (UNMANNED AERIAL
VEHICLE) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL**
(Studi Kasus : Persil di wilayah Kampus 2 ITN 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 :
ARIANSYAH
1225912

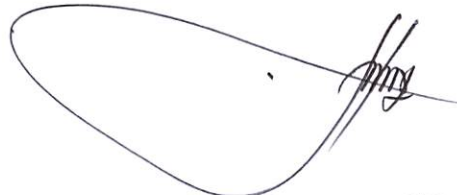
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geo., Sc., Ph.D.)

Dosen Pembimbing II



(Hery Purwanto, ST., MSc.)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(Ir. Agus Darpono, M.T.)



LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Skripsi Jenjang Strata-1 (S-1)

Pada hari : Jumat

Tanggal : 15 Agustus 2014

Dan diterima untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)

Oleh :

ARIANSYAH

12.25.912

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

(Ir. Agus Darpono, MT)

Sekretaris

(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Anggota Penguji

Penguji I

(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Penguji II

(Dedy K. Sunaryo, ST., MT)

Penguji III

(Ir. Jasmani, M.Kom)

KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL

(Studi Kasus : Persil di wilayah Kampus 2 ITN Malang)

Ariansyah 1225912

Dosen Pembimbing I : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom., Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Hery Purwanto, ST., MSc.

Abstraksi

Pesawat tanpa awak atau yang dikenal dengan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) semula diciptakan dengan tujuan melakukan misi pengintaian dan penyerangan, namun belakangan penggunaan wahana UAV dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kebutuhan antara lain pemetaan. perlu diadakan kajian tentang hasil yang akan dicapai menggunakan wahana UAV dalam melakukan pemetaan. dalam hal ini dilakukan pengkajian wahana UAV dalam menentukan luas bidang persil di area persil wilayah kampus II ITN Malang.

Data foto menggunakan wahana UAV akan dilakukan proses pembuatan foto mosaik secara otomatis menggunakan software Image Composite Editor (ICE) kemudian dilakukan proses georeferencing menggunakan software Global Mapper untuk mendapatkan koordinat geografis dari data foto tersebut. hasil foto mosaik tergeoreferencing kemudian dilakukan proses digitasi menggunakan software Auto Cad Map untuk mendapatkan luasan dari bidang persil yang terdapat pada foto mosaik tersebut. pengukuran langsung dilapangan terhadap bidang persil yang terdapat di foto mosaik dilakukan menggunakan GPS Metode RTK, data dari GPS Metode RTK merupakan data acuan yang dianggap benar terhadap luasan yang didapat dari proses digitasi foto mosaik tergeoreferencing tersebut.

Hasil uji confidence interval untuk luas dan standar deviasi menunjukkan data terdistribusi normal. sedangkan hasil uji statistik dengan tingkat kepercayaan 95 % menunjukkan bahwa terdapat perbedaan luas yang signifikan antara hasil digitasi foto mosaik UAV dengan data pengukuran GPS Metode RTK. hal ini ditunjukkan dengan hasil uji Hipotesa menggunakan 6 GCP 90% H_0 ditolak, menggunakan 10 GCP 90% H_0 ditolak, dan menggunakan >10GCP 80 % H_0 ditolak.

Kata Kunci : Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Georeferencing, Image Composite Editor (ICE), Foto Mosaik, GPS Metode RTK.

THE RESULT STUDY OF UAV PHOTOGRAPHY IN DETERMINING THE LOT FIELD VASTNESS

(Case Study: Lot Field nearby University ITN II Malang)

Ariansyah 1225912

1st Consultant : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom., Sc., Ph.D.

2nd Consultant : Hery Purwanto, ST., MSc.

Abstract

Uav is purposely created to conduct observation and mission aggression. Nowadays, however, the use of UAV mode can be used in any field, such as mapping. It needs result study to achieve the result using UAV to conduct mapping. In this case, a study of UAV "mode" to determine the lot field broad in lot area of University of ITN II, Malang is conducted.

The photos using UAV mode would be automatically preceded into mosaic using ICE software, then georeferencing it using Global Mapper software to get geographical coordinator from the photos. The mosaic result is georeference, then digitalizing it using Auto Cad Map software to get the width of the lot field in the mosaics. Field direct measurement in lot field in mosaic was conducted using GPS by RTK method. The data from the GPS by RTK method is the correct reference data derived from digital georeferenced mosaic.

Interval confidence test result for vastness and deviation standard showed that data are normally distributed. Whereas statistic test result with 95% confidence showed that there was a significant width difference between digitalis UAV mosaics with GPS by RTK method. It is shown that by the result Hypothesis test using 6 GCP 90% Ho rejected, using 10 GCP 90% Ho rejected, and using >10 GCP 80 % Ho rejected.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Georeferencing, Image Composite Editor (ICE), Mosaic photo, GPS by RTK method.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ariansyah
Nim : 1225912
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

**KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UAV (UNMANNED AERIAL
VEHICLE) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL
(Studi Kasus : Persil di wilayah Kampus 2 ITN Malang)**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, Juli 2014
Yang membuat pernyataan

Ariansyah
NIM : 1225912

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan pembuatan skripsi yang berjudul **“KAJIAN HASIL PEMOTRETAN UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) DALAM PENENTUAN LUAS BIDANG PERSIL”** tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi ini dapat terwujud karena berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Agus Darpono, MT, sebagai ketua Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. M. Edwin Tjahjadi, S.T., M. Geom.,Sc.,Ph.D. sebagai Dosen pembimbing 1 dan Hery Purwanto, ST., MSc. sebagai Dosen pembimbing 2 dalam penyusunan skripsi ini di Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Farouki Dinda Rassarandi, Seto Ariwibowo, Sidig Luhur Sribuana, Lutfi Fauzan Putraaji, Acminja yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberi masukan kepada penyusun dalam penyusunan skripsi ini.
4. Teman teman seperjuangan di jurusan teknik geodesi yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.
5. Segenap staf dosen dan Malang.karyawan Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentu saja masih ada kekurangan baik dari segi sistematika penyajian, ilustrasi atau hal-hal lainnya. Namun hal tersebut mohon dapat dimaklumi mengingat penyusun masih dalam proses belajar.

kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna perbaikan kualitas ilmu dari penyusun dalam melakukan penulisan-penulisan baik itu karya tulis ilmiah maupun pembuatan tesis (Insya Allah) kedepannya. Akhir kata Wassalamu alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, Juli 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Pembatasan Masalah.....	2
I.4. Tujuan Penelitian.....	3
I.5. Manfaat Penelitian.....	3
I.6. Tinjauan Pustaka.....	3

BAB II. LANDASAN TEORI	5
II.1. Fotogrametri.....	5
II.1.1. Penjelasan Umum.....	5
II.1.2. Pemotretan Foto Udara.....	6
II.1.3. Prinsip Pembuatan Peta dari Foto Udara.....	7
II.2. <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (UAV).....	8
II.3. Mosaic Foto.....	10
II.3.1. Pengertian <i>Mosaic</i>.....	10
II.3.2. Jenis Mosaic.....	10
II.4. <i>Georeferensi dan Rektifikasi</i>.....	11
II.5. Pengukuran Detail	16
II.6. <i>Global Positioning Sistem</i> (GPS).....	16
II.6.1. GPS Metode RTK.....	18
II.6.2. Aplikasi GPS untuk Penentuan Posisi Titik Batas Persil	20
II.6.3. Aplikasi GPS untuk Rekonstruksi Titik Batas Persil	22
II.7. Uji Statistik	24
II.7.1. <i>Confidence Intervals</i>.....	24
II.7.2. Uji <i>Hipotesis</i>	26
II.8. <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	28
 BAB III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	 31
III.1. Lokasi Penelitian.....	31
III.2. Peralatan Penelitian	31
III.3. Bahan Penelitian	32

III.4. Tahapan Pelaksanaan	33
III.4.1. Persiapan.....	36
III.4.2. Pengumpulan Data	36
III.4.3. Pengolahan Data	37
III.4.3.1. Pembuatan mosaic dengan software ICE	37
III.4.3.2. Proses Rektifikasi	40
III.4.3.3. Proses Digitasi.....	45
III.4.4. Proses Pengukuran Data Lapangan.....	48
III.4.4.1. Pengukuran GPS metode RTK	48
III.4.4.2. Pengunduhan dan Plotting data GPS	49
III.4.5. Analisa Hasil.....	53
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
IV.1. Hasil Pengumpulan Data.....	55
IV.1.1. Hasil Foto UAV	55
IV.1.2. Hasil Koordinat GCP.....	55
IV.2. Hasil Proses Pengolahan Data	55
IV.2.1. Hasil <i>Mosaic</i> Foto UAV pada <i>Software ICE</i>	55
IV.2.2. Hasil <i>Rektifikasi Mosaic</i> Foto UAV	56
IV.2.3. Hasil Digitasi <i>Mosaic</i> Foto UAV	56
IV.3. Hasil Proses Pengukuran Data Lapangan.....	56
IV.3.1. Hasil Pengukuran dan Plotting Data ukuran GPS	56
IV.3.2. Hasil Penggambaran Data ukuran GPS	56

IV.4. Analisa Perbandingan Titik Koordinat Pada Foto Mosaic UAV dengan Hasil Ukuran GPS metode RTK.....	57
IV.5. Analisa Perbandingan Luasan Pada Foto Mosaic UAV dengan Hasil Ukuran GPS metode RTK.....	60
IV.5.1. Hasil Luas Rata-rata Pengukuran GPS Metode RTK.....	60
IV.5.2. Hasil Luas Rata-rata Proses Digitasi Foto Mosaic UAV	61
IV.5.3. Beda Luas Proses Digitasi Foto Mosaic UAV dengan Data Pengukuran GPS Metode RTK	67
IV.6. Uji Statistik.....	71
BAB V. PENUTUP	93
V.1. Kesimpulan	93
V.2. Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai tipikal toleransi posisi relatif TDT untuk persil	22
Tabel 2.2 Sistem DGPS dan Sistem RTK	23
Tabel 2.3 Faktor pengali σ untuk berbagai tingkat kepercayaan.....	30
Tabel 4.1 Perbandingan Posisi Titik Koordinat menggunakan 6 GCP.....	58
Tabel 4.2 Perbandingan Posisi Titik Koordinat menggunakan 10 GCP	58
Tabel 4.3 Perbandingan Posisi Titik Koordinat menggunakan >10 GCP.....	59
Tabel 4.4 Perhitungan Luas Rata-rata Pengukuran GPS Metode RTK	60
Tabel 4.5 Perhitungan Luas Rata-rata Pengukuran GPS Metode RTK	61
Tabel 4.6 Perhitungan Luas Rata-rata Hasil Digitasi dengan 6 GCP.	62
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Hasil Digitasi dengan 6 GCP	63
Tabel 4.8 Perhitungan Luas Rata-rata Hasil Digitasi dengan 10 GCP	64
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Hasil Digitasi dengan 10 GCP	65
Tabel 4.10 Perhitungan Luas Rata-rata Hasil Digitasi dengan >10 GCP	66
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Hasil Digitasi dengan >10 GCP	67
Tabel 4.12 Perhitungan Beda Luas digitasi 6 GCP dengan GPS Metode RTK	68
Tabel 4.13 Perhitungan Beda Luas digitasi 10 GCP dengan GPS Metode RTK	69
Tabel 4.14 Perhitungan Beda Luas digitasi >10 GCP dengan GPS Metode RTK.....	70
Tabel 4.15 Pengujian luasan bidang persil tanpa proses <i>mosaic</i>	71
Tabel 4.16 Perhitungan <i>Confidence Interval</i> Luas Rata-rata dengan GPS	71
Tabel 4.17 Perhitungan <i>Confidence Interval</i> Luas Rata-rata Digitasi 6 GCP	73
Tabel 4.18 Perhitungan <i>Confidence Interval</i> Luas Rata-rata Digitasi 10 GCP	73

Tabel 4.19 Perhitungan Confidence Interval Luas Rata-rata Digitasi >10 GCP	74
Tabel 4.20 Perhitungan Confidence Interval Simpangan Baku GPS Metode RTK	76
Tabel 4.21 Perhitungan Confidence Interval Simpangan Baku Digitasi 6 GCP	78
Tabel 4.22 Perhitungan Confidence Interval Simpangan Baku Digitasi 10 GCP	78
Tabel 4.23 Perhitungan Confidence Interval Simpangan Baku Digitasi >10 GCP	79
Tabel 4.24 Uji Statistik Luas Dgitasi 6 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK..	81
Tabel 4.25 Uji Statistik Luas Dgitasi 10 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK.....	83
Tabel 4.26 Uji Statistik Luas Dgitasi >10 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK.....	84
Tabel 4.27 Uji Hipotesa Luas Dgitasi 6 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK.....	86
Tabel 4.28 Uji Hipotesa Luas Dgitasi 10 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK.....	87
Tabel 4.29 Uji Hipotesa Luas Dgitasi >10 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK	87
Tabel 4.30 Uji Hipotesa Luas Dgitasi 6 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK.....	89
Tabel 4.31 Uji Hipotesa Luas Dgitasi 10 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK.....	90
Tabel 4.32 Uji Hipotesa Luas Dgitasi >10 GCP dengan Pengukuran GPS Metode RTK	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Pengukuran Fotogrametri	5
Gambar 2.2 Pengambilan foto udara untuk pengukuran	7
Gambar 2.3 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	8
Gambar 2.4 Sistem RTK	18
Gambar 2.5 Kurva distribusi normal.....	30
Gambar 3.1 Data foto hasil pemotretan UAV	32
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	35
Gambar 3.3 Tampilan awal <i>software Image Composite Editor (ICE)</i>	37
Gambar 3.4 Proses input foto pada <i>Software ICE</i>	38
Gambar 3.5 Proses input foto pada <i>Software ICE</i>	38
Gambar 3.6 Hasil Proses mosaik pada <i>Software ICE</i>	39
Gambar 3.7 Proses <i>export</i> data ke dalam folder penyimpanan.....	39
Gambar 3.8 Proses penyimpanan mosaik yang belum <i>tergeoreferensi</i>	40
Gambar 3.9 Tampilan awal <i>Software Global Mapper</i>	40
Gambar 3.10 Rektifikasi hasil mosaik	41
Gambar 3.11 Mengatur System Proyeksi.....	41
Gambar 3.12 Proses Rektifikasi <i>Mosaic</i> foto	42
Gambar 3.13 Hasil Mosaik foto <i>Tergeoreferensi</i>	43
Gambar 3.14 Proses Export hasil mosaik	43
Gambar 3.15 Proses penyimpanan hasil mosaik ke dalam format <i>geotiff</i>	44
Gambar 3.16 Tampilan awal <i>Software Auto Cad Map 2004</i>	45

Gambar 3.17 Membuat layer-layer obyek	45
Gambar 3.18 Proses input data foto <i>mosaic</i>	46
Gambar 3.19 Tampilan Mosaik foto <i>tergeoreferensi</i> pada <i>Software Auto Cad Map</i>	47
Gambar 3.20 Proses Digitasi	47
Gambar 3.21 Hasil Proses <i>Digitasi</i> pada <i>Software Auto Cad Map</i>	48
Gambar 3.22 Tampilan <i>Windows Mobile Device Center</i>	49
Gambar 3.23 Proses copy project ke directori laptop	50
Gambar 3.24 Proses pengunduhan data RTK.....	50
Gambar 3.25 Proses pengunduhan data RTK.....	51
Gambar 3.26 Proses pengunduhan data RTK.....	51
Gambar 3.27 Proses penyimpanan data unduhan RTK.....	52
Gambar 3.28 Proses pemilihan datum proyeksi pada data unduhan RTK	52
Gambar 3.29 Proses unduhan data RTK selesai	53
Gambar 4.1 Posisi titik retro yang dibandingkan dengan pengukuran GPS Metode RTK.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Foto UAV

Lampiran B Data Koordinat Titik Kontrol (GCP)

Lampiran C Hasil Proses Mosaic Pada Software ICE

Lampiran D Hasil Proses Mosaic Tergeoreferensi Pada Software Global Mapper

Lampiran E Hasil Proses Digitasi Pada Software Auto Cad

Lampiran F Hasil Plotting Data Pengukuran GPS Metode RTK

Lampiran G Hasil Penggambaran Data Pengukuran GPS Metode RTK

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah Pesawat Tanpa Awak yang digunakan untuk keperluan Militer dalam melakukan misi pengintaian dan penyerangan. Namun seiring kemajuan zaman dan teknologi, pesawat tanpa awak juga semakin banyak digunakan untuk keperluan sipil (non militer) seperti pemadam kebakaran, keamanan non militer atau pemeriksaan jalur pipa. Pada dekade terakhir telah beberapa kali dipamerkan perkembangan dan manfaat Pesawat Terbang tanpa Awak yang dibuat oleh Pemerintah maupun Swasta dengan tingkat kemampuannya masing-masing. (<http://id.wikipedia.org>).

Pesawat Terbang tanpa Awak diciptakan dengan tujuan didapatnya faktor efisiensi, ekonomis, dan keamanan, sehingga dengan ketiga faktor tersebut diharapkan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kebutuhan antara lain kehutanan, pertanian, pemetaan, pengintaian dan bahkan penyerangan dan lain-lain yang banyak membutuhkan biaya dan jiwa manusia.

Dalam penelitian ini penulis ingin menganalisa hasil pemetaan daerah persil menggunakan wahana UAV. Hasil pemotretan berupa foto, dari foto tersebut akan dilakukan proses *rektifikasi/ georeferensi* yaitu *transformasi* koordinat menjadi koordinat tanah.

Diharapkan hasil pemotretan UAV dapat digunakan dalam pengukuran persil dengan hasil pengukuran GPS metode RTK sebagai hasil acuan yang dianggap benar. Sehingga dari hasil pemotretan UAV bisa dijadikan alternatif dalam melakukan pekerjaan survei dan pemetaan daerah persil yang membutuhkan waktu lebih efisien dari pengukuran terestris.

I.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah kelayakan hasil pemotretan foto udara menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam menentukan luas bidang persil.

I.3 Pembatasan Masalah

1. Data foto hasil Pemotretan foto udara menggunakan wahana UAV akan dilakukan proses rektifikasi/georeferensi agar mendapatkan nilai koordinat geografis atau koordinat tanah.
2. Pengukuran langsung dilapangan terhadap batas persil dilakukan menggunakan GPS metode RTK.
3. Data hasil pengukuran GPS metode RTK merupakan data yang dianggap benar dan dijadikan data pembanding terhadap data hasil pemotretan foto udara menggunakan wahana UAV pada bidang persil tersebut.
4. Data yang diolah dari hasil pemotretan foto udara wahana UAV dan GPS hanya sebatas pada ukuran 2 dimensi yaitu koordinat *Easting* (E) dan *Northing* (N).

5. Sistem koordinat yang dipakai adalah *Universal Tranverse Mercator* (UTM) dengan *elipsoid* referensi *World Geodetic System (WGS) 1984*.
6. Lokasi Penelitian berada di area persawahan di wilayah kampus 2 ITN Malang.

I.4 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelayakan dari hasil pemotretan foto udara menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam menentukan luas bidang persil.

I.5 Manfaat

Dari penelitian ini diharapkan metode pemetaan menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat menjadi suatu alternatif dalam melakukan pekerjaan penentuan luas bidang persil yang membutuhkan waktu lebih efisien daripada pengukuran terestris. sehingga kedepannya dapat memudahkan Badan Pertanahan Nasional (BPN) dalam menentukan luas bidang persil guna penerbitan sertifikat.

I.6 Tinjauan Pustaka

Gracia (2013) melakukan penelitian mengenai pembuatan mosaik dari UAV dengan menggunakan *open source terraview* 4.2.1, dengan tujuan

menghasilkan *mosaik* foto yang *bergeoreferensi* pada *software open source terra view* 4.2.1. data foto yang digunakan yaitu foto hasil pemotretan dengan pesawat UAV. Hasil penelitian didapatkan bahwa *mosaic* foto yang menggunakan *Ground Control Point* (GCP) yang banyak dan menyebar menghasilkan *mosaic* foto yang lebih baik daripada yang menggunakan GCP sedikit.

Dinis (2013) melakukan penelitian mengenai pembuatan *mosaic* *bergeoreferensi* dari pemotretan UAV dengan menggunakan *software open source ossim* dan *software Microsoft research image composite editor*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk membuat *mosaic* dari kumpulan foto-foto UAV menjadi foto *mosaic* yang *bergeoreferensi*. Hasil penelitian menggunakan kedua *software* diatas tidak memperoleh hasil yang akurat dikarenakan kelemahan yang dimiliki oleh *software* tersebut.

Perbedaan penelitian yang ingin dilakukan oleh peneliti sekarang yaitu tidak hanya sebatas pada pembuatan *mosaic* dari hasil foto-foto UAV tersebut, tetapi membandingkan hasil *mosaic* yang telah *tergeoreferensi* tersebut dengan hasil pengukuran terestris yang diperoleh dengan pengukuran GPS metode RTK pada daerah persil, Sehingga hasil yang diharapkan dari *mosaic* *tergeoreferensi* tersebut layak digunakan dalam penentuan luas bidang persil dengan hasil pengukuran GPS metode RTK sebagai acuan yang dianggap benar.

Bab II

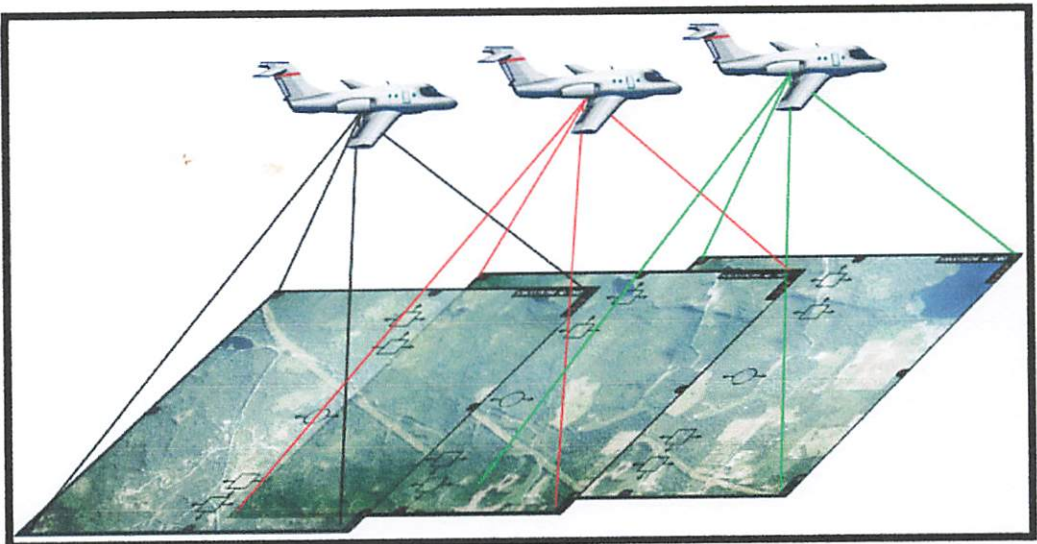
Landasan Teori

Pada bab ini akan dijelaskan sedikit teori-teori yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian, diantaranya sebagai berikut.

II.I Fotogrametri

II.1.1. Penjelasan Umum.

Fotogrametri adalah suatu teknologi dalam melakukan penyelidikan mengenai bentuk, sifat-sifat dan lain-lain pada permukaan suatu objek melalui foto-fotonya, tanpa berhubungan secara langsung dengan objek yang sesungguhnya. (Masayoshi, 1983 dalam Ir. M. Yusuf Gayo, dkk).



Gambar 2.1. Konsep pengukuran menggunakan teknik fotogrametri.

(sumber: *google.com*).

Secara umum fotogrametri meliputi pengukuran bentuk geometri permukaan dari suatu subyek dan interpretasi foto untuk menyelidiki sifat-sifat permukaan dari subyek-subyek tersebut. Sedangkan secara relatif sempit, sesuai dengan lokasi pengambilan fotonya, maka fotogrametri dapat diklasifikasikan sebagai berikut (*Masayoshi, 1983 dalam Ir. M. Yusuf Gayo, dkk*).

1. Fotogrametri udara
2. Fotogrametri teristris
3. Fotogrametri dibawah permukaan air.

II.1.2. Pemotretan Foto Udara.

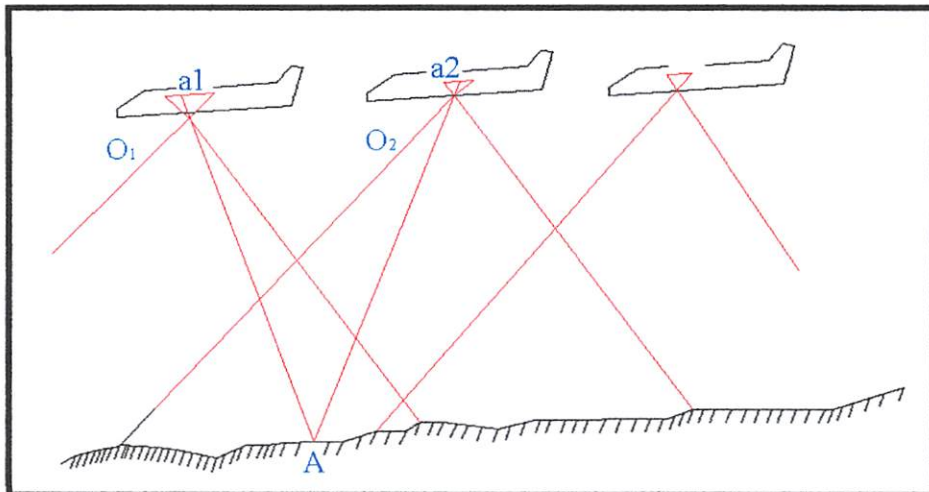
Secara umum tujuan pemotretan udara atau topografi udara terdiri dari 2 (dua) kelompok besar antara lain :

1. Untuk pembuatan peta yang dimaksudkan untuk mendapatkan gambar atau *image* permukaan bumi yang lebih luas dan menyeluruh dari suatu daerah agar dapat diperoleh informasi yang diperlukan sebagai bahan studi maupun perencanaan lebih lanjut. Peta jenis ini diutamakan mempunyai ketelitian geometri yang tinggi, dengan posisi titik-titik pada foto tersebut mendekati keadaan sebenarnya (*Kiefer, 1993 dalam Dinis 2013*).
2. Untuk interpretasi foto udara yang merupakan tindakan untuk memperoleh atau mendapatkan citra fotografis dengan tujuan mengidentifikasi benda-benda dan menarik kesimpulan yang bisa didapat dari foto-foto tersebut. Pada jenis ini yang diperlukan adalah ketajaman

bayang harus kuat, agar dalam mengidentifikasi jenis-jenis detail yang ada dapat dengan mudah dibedakan. Foto udara tersebut dapat dihasilkan dari gelombang cahaya pankromatik, baik berwarna hitam putih. Selain itu juga dihasilkan dari gelombang *elektromagnetik* lainnya yaitu : infra merah, radar, dan lain-lain. (Kiefer, 1993 dalam Dinis 2013).

II.1.3. Prinsip Pembuatan Peta Dari Foto-Foto Udara.

Pertama-tama membuat suatu bayangan tiga dimensi dari foto-foto udara yang merupakan gambar-gambar dua dimensi. Adapun caranya terdapat dalam urutan pertama dari pekerjaan fotogrametri udara.



Gambar 2.2. Pengambilan foto-foto udara untuk pengukuran.

Gambar 2.2 diatas menunjukkan syarat-syarat dalam pengambilan foto udara, dimana pengambilan foto yang berurutan haruslah saling *overlap* satu dengan lainnya. Sebagai contoh, sebuah titik A pada permukaan tanah, akan menjadi a1 yang tergambar pada sebelah kiri foto pertama dan menjadi titik

a2 yang tergambar pula pada sebelah kanan foto berikutnya/foto kedua.
(Masayoshi, 1983 dalam Ir. M. Yusuf Gayo, dkk).

II.2 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah wahana terbang tanpa awak/pilot yang dapat mengendalikan dirinya melalui sistem yang telah diprogram atau menggunakan kontrol yang dilakukan di darat. Awalnya UAV digunakan untuk keperluan militer dalam melakukan misi pengintaian yang terhitung cukup berbahaya dan mengancam jiwa manusia, namun seiring perkembangannya UAV juga dapat digunakan untuk keperluan non militer (sipil).



Gambar 2.3. *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. (Sumber : *google.com*).

Dalam empat tahun terakhir, berbagai jenis piranti tanpa awak telah digunakan oleh kalangan sipil dan ilmiah. Piranti tersebut dilengkapi dengan berbagai macam peralatan untuk memberikan citra dalam berbagai aplikasi, salah satunya adalah pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang berkembang pesat untuk aplikasi penginderaan jauh. UAV merupakan jenis pesawat terbang yang dikendalikan oleh system kendali jarak jauh lewat gelombang radio. Banyak penelitian menggunakan platform ini. Dengan menggunakan UAV, data dapat diperoleh dengan biaya relative rendah, dalam waktu relative cepat, dan aman dalam berbagai kondisi cuaca.

UAV merupakan sistem tanpa awak (*unmanned system*), yaitu system berbasis elektro-mekanik yang dapat melakukan misi-misi terprogram, dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Tanpa awak/pilot pesawat
2. Beroperasi pada mode mandiri baik secara penuh atau sebagian
3. Sistem ini dirancang untuk dapat dipergunakan secara berulang.

Teknologi pemetaan tanpa awak menjadi pilihan alternatif disamping teknologi pemetaan lainnya seperti pemotretan udara baik skala besar dan kecil, dan teknologi ini sangat menjanjikan untuk diaplikasikan atau dikembangkan dan sesuai dengan karakteristik topografis dan geografis Indonesia. (*Wikantika, 2009 dalam Gracia 2013*).

II.3 Mosaic Foto

II.3.1 Pengertian *Mosaic*.

Mosaic adalah susunan gambar yang continue dan padu. Gambar tersebut dapat terdiri dari satu foto udara atau bagian-bagian dua foto udara atau lebih untuk membentuk satu gambar peta foto. Peta foto atau foto udara dapat digunakan secara langsung sebagai substitusi peta planimetrik. (Wolf, 1993 dalam Gracia 2013).

Pada proses penyusunan umumnya dilakukan perubahan skala foto ke skala yang dikehendaki dengan pembesaran atau pengecilan skala foto. Informasi tentang judul, nama tempat, dan data lain dapat ditumpangkan pada foto cara serupa seperti yang dilakukan pada peta planimetrik. (Wolf, 1993 dalam Gracia 2013).

II.3.2. Jenis Mosaic.

Apabila satu foto tidak meliputi daerah yang cukup luas, atau bila tidak dapat diperbesar ke skala yang diinginkan, harus dibuat *mosaic* (Wolf, 1993 dalam Gracia 2013). Mosaik foto udara pada umumnya dibedakan atas tiga kelas, yaitu :

1. Terkontrol

Mosaik terkontrol paling teliti di antara ketiganya. *Mosaic* terkontrol dibuat dari foto yang telah direktifikasi skalanya, yaitu semua foto telah ditegakkan dan dibuat berskala sama, kemudian disusun dengan metode

pertampalan sehingga terbentuk peta foto yang padu. (*Wolf, 1993 dalam Gracia 2013*).

2. Tidak terkontrol

Mosaic tak terkontrol dibuat seperti penyusunan *mosaic* terkontrol, namun tidak ada kontrol medan dan menggunakan foto tegak yang belum direktifikasi serta belum diseragamkan skalanya. Mosaik tak terkontrol dapat dibuat lebih cepat dan lebih mudah daripada mosaik terkontrol. Ketelitiannya tidak setinggi mosaik terkontrol, akan tetapi cukup memuaskan bagi berbagai penggunaan kualitatif. (*Wolf, 1993 dalam Gracia 2013*).

3. Semi terkontrol

Mosaik semi terkontrol disusun dengan menggunakan beberapa kombinasi spesifikasi mosaik terkontrol dan terkontrol. Misalnya, mosaik setengah terkontrol dapat dibuat dengan menggunakan kontrol medan, tetapi menggunakan foto yang belum direktifikasi dan belum diseragamkan skalanya, tetapi tanpa kontrol medan. Mosaik setengah terkontrol merupakan kombinasi ekonomi dan ketelitian. (*Wolf, 1993 dalam Gracia 2013*).

II.4 Georeferensi dan Rektifikasi

Georeferensi adalah suatu proses memberikan koordinat peta pada citra yang sesungguhnya sudah planimetris. Sebagai contoh, pemberian sistem

koordinat suatu peta dari hasil digitasi peta hasil *scanning* citra. Hasil digitasi atau hasil *scanning* tersebut sesungguhnya sudah datar (planimetri), hanya saja belum mempunyai koordinat peta yang benar. (*gislearning, 2012 dalam Dinis 2013*).

Data hasil rekaman sensor pada satelit maupun pesawat terbang merupakan representasi dari bentuk permukaan bumi yang tidak beraturan. Meskipun kelihatannya merupakan daerah yang datar, tetapi area yang direkam sesungguhnya mengandung kesalahan (distorsi) yang diakibatkan oleh pengaruh kelengkungan bumi dan atau oleh sensor itu sendiri. Oleh karena itu perlu dilakukan proses koreksi geometrik. Dalam hal ini, proses georeferensi merupakan bagian dari koreksi geometrik karena semua system proyeksi sangat terkait dengan koordinat peta. (*gislearning, 2012 dalam Dinis 2013*).

Kesalahan geometrik dipengaruhi oleh distorsi (kesalahan) yang timbul pada saat perekaman. Hal ini dipengaruhi oleh perputaran bumi ataupun bentuk dari permukaan bumi. Beberapa kesalahan ini kadang sudah dikoreksi oleh supplier citra atau dapat dikoreksi secara geometris oleh pengguna. Koreksi geometrik dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Menggunakan titik *Ground Control Point* (GCP) yang dicari pada citra lain yang sudah memiliki georeferensi.
2. Menggunakan *Ground Control Point* (GCP) yang dapat dicari pada peta yang sudah tergeoreferensi.
3. Memakai titik pengukuran yang diambil menggunakan *Global Positioning System* (GPS) atau menggunakan *Total Station* (TS) pada lokasi di lapangan yang mudah dikenali pada citra.

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan koreksi geometris antara lain adalah tingkat resolusi dan proyeksi yang digunakan data itu. Dalam koreksi geometrik, dikenal 2 (dua) jenis metode koreksi, yaitu:

1. **Rektifikasi/perbaikan**

Rektifikasi adalah proses mengkoreksi citra sesuai dengan koordinat peta, GPS atau citra lain yang sudah terkoreksi.

2. **Ortho-rektifikasi**

Ortho-rektifikasi adalah proses koreksi geometrik dengan memasukkan data ketinggian permukaan dan informasi posisi platform satelit. Rektifikasi ortho merupakan metode yang paling akurat akan tetapi prosesnya cukup rumit dan memerlukan data yang lebih banyak.

Proses georeferensi berhubungan dengan proses rektifikasi namun terdapat sedikit perbedaan antara georeferensi dan rektifikasi. Georeferensi adalah proses penyamaan system koordinat dari peta ke citra, citra ke citra maupun dari peta ke peta, sedangkan rektifikasi adalah proses transformasi dari system grid kedalam grid yang lain menggunakan persamaan polynomial tertentu. Jadi proses rektifikasi citra dengan peta akan meliputi proses georeferensi, karena system proyeksi berkaitan juga dengan system koordinat. Georeferensi dari citra ke citra tidak terrektifikasi kalau citranya sama-sama belum direktifikasi, dan sebaliknya bila salah satu citra sudah direktifikasi maka georeferensi citra ke citra yang sama dengan rektifikasi. (*GISlearning, 2012 dalam Dinis 2013*).

Registrasi citra ke citra melibatkan proses georeferensi apabila citra acuannya sudah digeoreferensi. Oleh karena itu, georeferensi semata-mata

merubah system koordinat peta dalam file citra, sedangkan grid dalam citra tidak berubah. (*gislearning, 2012 dalam Dinis 2013*).

Titik kontrol digunakan sebagai acuan dalam melakukan georeferensi peta.

Berikut criteria terkait titik kontrol georeferensi :

1. Titik yang terdefinisi jelas koordinat X dan Y nya
2. Menggunakan 2-3 titik, tetapi idealnya 4 titik
3. Titik-titik harus terdistribusi atau tersebar dengan rata pada peta, hindari menumpuk pada satu bagian peta.

Analisa dalam koreksi geometrik dapat dilakukan dengan beberapa acuan (georeferensi), seperti titik-titik pojok (*corner*), titik referensi (*tie point*), dan georeferensi dengan citra terkoreksi. (*Surati Jaya, 2009 Dalam Dinis 2013*).

1. *Georeferensi* citra raster dengan titik-titik pojok (*corner*)

Georeferensi umumnya dilakukan sebagai koreksi sementara dengan menggunakan informasi awal (*header file*) yang biasanya disertakan dalam setiap citra satelit. Pada dasarnya, georeferensi bukanlah metode koreksi geometris yang akurat. Hal ini dikarenakan informasi titik-titik pojok umumnya dihasilkan berdasarkan penghitungan posisi satelit pada saat citra direkam. Penting untuk diingat bahwa proses koreksi geometrik sedapat mungkin didasarkan pada posisi sebenarnya dilapangan atau peta lain dengan tingkat presisi yang tinggi (misalnya peta topografi/rupa bumi). Untuk melakukan georeferensi, terlebih

dahulu dibutuhkan posisi geografis dari titik-titik pojok pada citra satelit. (Surati Jaya, 2009 Dalam Dinis 2013).

2. Georeferensi citra dengan titik referensi (*tie point*)

Citra ini merupakan salah satu cara untuk mengkoreksi data citra dengan membuat titik-titik sekutu yang sama posisinya dengan titik-titik yang memiliki referensi atau disebut juga titik acuan. Posisi dari titik-titik acuan didapatkan dari informasi GPS atau diambil dari peta rupa bumi. Hal yang perlu diperhatikan dalam memilih titik acuan adalah bahwa sebaiknya titik-titik tersebut diambil pada daerah yang mudah dikenali baik pada citra maupun pada keadaan aslinya (alam), seperti perempatan jalan, pertigaan jalan, sehingga kekeliruan dalam menentukan titik sekutu bias dieliminasi, selain itu, semakin banyak jumlah titik dan semakin menyebar distribusi titik-titik sekutu pada citra, akan semakin baik hasilnya dari proses koreksi geometrik yang dilakukan. (surati jaya, 2009 Dalam Dinis 2013).

3. Georeferensi citra dengan citra lain yang telah terkoreksi

Secara prinsip, metode koreksi geometrik ini tidak jauh berbeda dengan metode sebelumnya. Perbedaan yang mendasar adalah sumber informasi posisi titik sekutu. Pada metode yang akan diuraikan pada bagian ini, posisi geografis titik sekutu ditentukan dari citra satelit lain yang telah terkoreksi (*reference image*). Dalam hal ini amat penting untuk mengetahui posisi dari *reference image* yang digunakan. Hal tersebut disebabkan, akurasi dan presisi geometrik yang dihasilkan

metode ini tidak akan melebihi akurasi/presisi dari referensi foto.
(Surati Jaya, 2009 Dalam Dinis 2013).

II.5 Pengukuran Detail Situasi

Detail adalah segala obyek yang ada di lapangan, baik yang bersifat alamiah, maupun hasil budaya manusia yang akan dijadikan isi dari peta yang akan dibuat. Penentuan posisi dari titik-titik detil dengan cara diikatkan pada titik kerangka pemetaan yang telah diukur sebelumnya. Pemilihan detil, distribusi dan teknik pengukurannya tergantung dari skala dan tujuan peta itu dibuat. Penentuan posisi dari titik-titik detil diikatkan pada titik-titik kerangka pemetaan terdekat yang telah diukur sebelumnya, atau dari garis ukur yang merupakan sisi dari kerangka peta.

Posisi yang didapatkan dalam konteks pengukuran detil dengan menggunakan metode *RTK GNSS* lebih baik daripada pengukuran terestris biasa. Dapat diambil sampel untuk pengukuran detil dengan menggunakan metode *RTK* ketelitian yang didapat berkisar antara 1-4 cm (*Geospasial Extension Program*, 2005). Sedangkan untuk menggunakan total station sebagai alat yang lebih sering dipakai ketelitiannya berkisar 5-10 cm (Rekayasa Jurnal Sipil dan Perencanaan 2009).

II.6 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi dan penentuan posisi berbasis satelit yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca, serta didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi yang teliti, dan juga informasi waktu, secara kontinyu di seluruh dunia (*Wells et*

al.,1986 dalam T. Aris Sunantyo 1999). Sebelum dikenal dengan nama GPS seperti sekarang, dulu sistem ini lebih dikenal dengan nama *NAVSTAR GPS* yang merupakan nama resmi dari sistem ini.

Pada awalnya GPS tidak digunakan secara bebas oleh pihak sipil tetapi dikelola oleh Departemen Pertahanan Amerika. Sekarang GPS sudah dapat digunakan oleh masyarakat secara umum dan segala bidang termasuk juga surveying. GPS terdiri atas tiga segmen utama, yakni segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control sistem segment*) yang terdiri dari stasiun monitor dan kontrol satelit yang tersebar di seluruh permukaan bumi, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari para pengguna baik di darat, laut, maupun udara (Collin dkk, 1992 dalam T. Aris Sunantyo 1999).

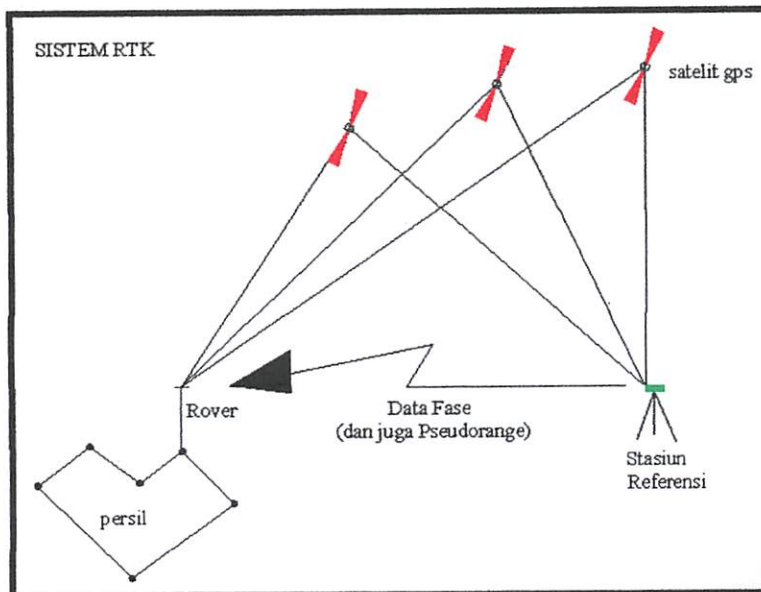
Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi tiga dimensi (X, Y, Z atau ϕ , λ , h) yang dinyatakan dalam datum WGS (*World Geodetic Sistem*) 1984 dengan menggunakan sistem orientasi tangan kanan (*The DMA*, 1987 dalam T. Aris Sunantyo 1999). Datum WGS 84 adalah datum yang digunakan untuk menentukan orbit satelit GPS. WGS 84 adalah sistem koordinat kartesian terikat Bumi dengan pusat sistem koordinat berimpit dengan pusat massa bumi (*geocenter*). Elipsosid yang digunakan adalah GRS (*Geodetic Reference Sistem*) 1980 yang parameter-parameternya (*The DMA*, 1987 dalam T. Aris Sunantyo 1999) :

- Setengah sumbu panjang : $a = (6378137 \pm 2)$ m.
- Setengah sumbu pendek : $b = 6356752,3142$ m.

- Setengah sumbu panjang : $f = 1/298,257223563$
 $= 0,0033528106474$

II.6.1 GPS Metode RTK.

Metode *Real Time Kinematic* (RTK) adalah salah satu metode yang digunakan dalam pengukuran GPS. Metode ini merupakan suatu sistem penentuan posisi *real time* secara diferensial menggunakan data fase. *Receiver* atau dalam konteks ini adalah pengguna akan menerima data fase dan *pseudorange* dari stasiun referensi secara real time dengan komunikasi tertentu. Dengan metode ini posisi suatu titik dimungkinkan dapat langsung didapatkan saat itu juga karena bersifat *real time*. Artinya tidak perlu dilakukan *post processing* untuk mendapatkan nilai posisi.



Gambar 2.4. Sistem RTK.

Pada sistem RTK, Stasiun referensi mengirimkan data ke pengguna dengan menggunakan sistem komunikasi data yang beroperasi pada pita frekuensi VHF/UHF. Ketelitian tipikal posisi yang diberikan oleh sistem RTK adalah sekitar 1-5 cm, dengan asumsi bahwa ambiguitas fase dapat ditentukan secara benar. Untuk mencapai ketelitian tersebut, system RTK harus dapat menentukan ambiguitas fase dengan menggunakan jumlah data yang terbatas dan juga selagi *receiver* bergerak. Mekanisme penentuan ambiguitas fase yang kerap dinamakan *on-the-fly ambiguity resolution* ini bukanlah suatu hal yang mudah dilaksanakan. Untuk dapat menentukan ambiguitas secara cepat dan benar umumnya diperlukan penggunaan data fase dan *pseudorange* dua frekuensi, geometri satelit yang relative baik, algoritma perhitungan yang relative andal, dan mekanisme eliminasi kesalahan dan bias yang relative baik dan tepat. (Abidin, 2007).

Sistem RTK ini dapat digunakan untuk penentuan posisi objek-objek yang diam maupun bergerak, sehingga sistem RTK tidak hanya dapat merealisasikan survey GPS real time, tetapi juga navigasi berketelitian tinggi. Aplikasi-aplikasi yang dapat dilayani oleh sistem ini cukup beragam, antara lain adalah *stake out*, penentuan dan rekonstruksi batas persil tanah, survey pertambangan, survey-survei rekayasa dan utilitas, serta aplikasi-aplikasi lainnya yang memerlukan informasi posisi horizontal ataupun beda tinggi secara cepat (*real time*) dengan ketelitian yang relatif tinggi dalam orde beberapa cm. (Abidin, 2007).

II.6.2 Aplikasi GPS untuk Penentuan Posisi titik-titik Batas Persil Tanah.

Pada prinsipnya GPS juga dapat digunakan untuk menentukan secara langsung posisi titik-titik batas persil tanah. Dalam hal ini posisi titik-titik batas persil tanah ditentukan secara relatif terhadap titik dasar teknik yang terdekat dengan metode penentuan posisi secara diferensial, menggunakan *receiver* GPS tipe survei pemetaan/geodetik. (Abidin, 2007).

Penentuan koordinat titik-titik batas persil tanah dengan GPS pada prinsipnya dapat dilakukan secara langsung maupun tak langsung. Seandainya persil tanah terletak di kawasan yang relatif terbuka sehingga pada setiap titik batas ruang pandang ke langitnya cukup terbuka dan memungkinkan untuk melakukan pengamatan satelit GPS, maka pengukuran titik batas dapat dilakukan secara langsung. (Abidin, 2007).

Pada metode langsung, satu *receiver* GPS ditempatkan di titik dasar teknik terdekat yang telah diketahui koordinatnya, dan satu *receiver* GPS lainnya bergerak dari satu titik batas ke titik batas berikutnya. Lama pengamatan GPS di suatu titik batas disesuaikan dengan ketelitian posisi titik batas yang diinginkan, jarak antara persil tanah dengan titik dasar teknik yang digunakan, serta jenis data pengamatan yang digunakan untuk perhitungan posisi (*pseudorange* atau fase). Sedangkan pengamatan GPS di titik dasar teknik dilakukan selama selang pengukuran seluruh titik batas berlangsung termasuk selama selang waktu pergerakan *receiver* antar titik-

titik batas. Seandainya persil tanah terletak di kawasan yang relatif tertutup, baik oleh pepohonan maupun bangunan di sekitarnya, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengamatan satelit GPS pada titik-titik batasnya, maka pengukuran titik batas dapat dilakukan secara tak langsung. (Abidin, 2007).

Pada metode tak langsung, penentuan titik-titik batas persil tanah dilakukan secara terestris dari suatu titik bantu GPS yang dipilih pada suatu lokasi terbuka yang paling dekat dengan persil tanah yang bersangkutan. Titik bantu tersebut ditentukan posisinya relatif terhadap titik dasar teknik yang terdekat dengan metode diferensial GPS menggunakan (sebaiknya) data fase. (Abidin, 2007).

Dalam penentuan titik-titik batas bidang tanah tersebut, ketelitian posisi titik-titik batas persil tanah yang diinginkan harus dispesifikasikan terlebih dahulu, agar strategi pengamatan yang tepat bisa diimplementasikan. Sampai saat ini, setahu penulis, BPN belum menetapkan spesifikasi untuk ketelitian (toleransi) posisi titik-titik batas persil tanah. Dalam hal ini *American Society of Civil Engineers (ASCE)* pernah mengajukan model tentang toleransi posisi relatif untuk titik-titik batas suatu persil, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 di bawah ini. (Abidin, 2007).

Tabel 2.1 Nilai Tipikal Toleransi Posisi relatif Titik Dasar Teknik yang digunakan untuk Survei Batas Persil [ASCE, 1993]. (Abidin, 2007).

Kelas persil	Toleransi posisi (setidaknya)	Toleransi posisi (maksimal)
A	1,8 cm	1,8 cm
B	3 cm + (0,0008.d)	8 cm
C	8 cm + (0,0010.d)	20 cm

d = jarak dari titik batas persil ke titik dasar teknik yang terdekat (dalam meter)

kelas A = Persil di bagian kota yang padat dan digunakan untuk perkantoran dimana harga tanah umumnya paling mahal.

kelas B = Persil di daerah pemukiman di perkantoran dan pinggiran kota, yang harga tanahnya tergolong menengah ke atas.

kelas C = Persil di daerah pinggiran kota dan pedesaan, termasuk daerah pertanian dan perkebunan, yang ukuran umumnya cukup luas dan harga tanahnya relatif masih murah.

II.6.3 Aplikasi GPS untuk Perekonstruksian titik-titik Batas Persil Tanah.

Perekonstruksian batas persil tanah pada dasarnya adalah proses penentuan kembali lokasi titik-titik batas persil tanah di lapangan yang

hilang karena sesuatu dan lain hal, yang kemudian dilanjutkan dengan penentuan kembali koordinat titik-titik batas tersebut. (Abidin, 2007).

Sebagaimana kemampuannya untuk menentukan posisi titik-titik batas persil tanah, GPS juga dapat digunakan untuk mengembalikan (merekonstruksi) titik-titik batas bidang tanah yang karena sesuatu hal tanda-tandanya di lapangan hilang. Dalam hal ini untuk proses perekonstruksian, pada prinsipnya GPS menggunakan koordinat (yang telah diketahui sebelumnya) dari titik-titik batas yang hilang tersebut untuk mencari lokasinya di lapangan. (Abidin, 2007).

Dalam kaitannya dengan metode penentuan posisi secara real-time, ada dua sistem berbasis GPS yang dapat digunakan yaitu yang umum disebut DGPS (*differential GPS*) dan RTK (*Real-Time Kinematic*). Perbandingan antara kedua sistem tersebut diberikan pada Tabel berikut. (Abidin, 2007).

Tabel 2.2. Sistem DGPS dan Sistem RTK. (Abidin, 2007).

Sistem	Data	Ketelitian Relatif
DGPS	<i>Pseudorange</i>	< 2 m
RTK	Fase	< 5 cm

Dari tabel 2.2 dapat disimpulkan bahwa untuk persil-persil tanah yang relatif luas, seperti halnya kawasan perkebunan, maka perekonstruksian batas persil tanahnya dapat dilakukan dengan sistem DGPS. Tetapi untuk persil tanah yang tidak terlalu luas, seperti di daerah

pemukiman, maka perekonstruksian batas sebaiknya dilakukan dengan menggunakan sistem RTK. (Abidin, 2007).

Di lingkup pengukuran dan pemetaan di BPN RI telah dikeluarkan petunjuk Teknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997 Materi Pengukuran dan Pemetaan Pendaftaran Tanah yang mengatur tentang toleransi pergeseran posisi dan luas terhadap pengukuran lebih dari 2 kali. Sehingga diasumsikan bahwa rekonstruksi titik bidang tanah terdapat toleransi pergeseran posisi yang diperbolehkan setiap titik adalah 10 cm untuk daerah pemukiman dan 25 cm untuk daerah pertanian. Dalam hal luas bidang tanah toleransi luas adalah $\frac{1}{2} \sqrt{L}$. (Kariyono, 2013).

Syarat Toleransi Luas Bidang Tanah berdasarkan petunjuk teknis PMNA No. 3 Tahun 1997 bahwa harga Toleransi Luas dinyatakan dalam $T = \frac{1}{2} \sqrt{L}$. Dimana T = Toleransi selisish / Perbedaan luas, L = Rata-rata Luas dan untuk Uji t (taraf $\alpha = 5\%$) dinyatakan dalam $t = \frac{e}{se\sqrt{n}}$. Dimana e = Nilai rata-rata Perbedaan Luas, Se = Simpangan baku Perbedaan Luas sedangkan n = Jumlah Sampel (Kariyono, 2013).

II.7 Uji Statistik

II.7.1. Confidence Intervals

Confidence interval suatu sampel digunakan untuk mengetahui sampel yang dipunyai itu terdistribusi secara normal (terbebas dari kesalahan *blunder*). Cara untuk mengetahui hal tersebut digunakan parameter mean (rata-rata) dan

standar deviasi. *Confidence interval* (interval kepercayaan) suatu sampel dapat diketahui dari nilai rata-rata dan standar deviasinya. (Affriani,2014).

Nilai interval kepercayaan rata-rata didapat berdasar nilai t hitung pada tabel t distribusi dengan derajat kebebasan (*degrees of freedom*) dan signifikan level yang dipakai dalam pengujian. Rumus untuk mencari interval kepercayaan rata-rata adalah (Harvey, 1990 dalam Asri 2014).

$$\bar{x} - t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :

\bar{x} = nilai rata-rata pengukuran

$t_{\alpha/2,r}$ = nilai dalam tabel distribusi t student

r = *degrees of freedom*

μ = nilai yang dihipotesiskan

$s_{\bar{x}}$ = standar deviasi luas

Sedangkan rumus standar deviasi adalah (sugiyono, 2013 dalam Asri 2014) :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

s : standar deviasi luas

x_i : nilai luas ke-i

\bar{x} : nilai rata-rata luas

n : banyaknya pengukuran

Sedangkan untuk mendapatkan interval kepercayaan untuk standar deviasi digunakan tabel *chi-square* dengan rumus (Harvey, 1990 dalam Asri 2014).

$$\sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{\alpha/2,r}}} < \sigma < \sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{1-\alpha/2,r}}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dalam hal ini, r adalah degree of freedom (n-1), s adalah standar deviasi dari sampel, σ adalah standar deviasi yang dihipotesiskan. Sedangkan $\chi^2_{\alpha/2,r}$ dan $\chi^2_{1-\alpha/2,r}$ adalah nilai pada tabel *chi-square* berdasarkan nilai α dan r. $\chi^2_{\alpha/2,r}$ yang biasanya disebut batas atas (nilai upper) dan $\chi^2_{1-\alpha/2,r}$ disebut batas bawah (nilai lower) dari suatu interval kepercayaan standar deviasi.

II.7.2. Uji Hipotesis

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut hipotesis statistik. Setiap hipotesis H_0 memiliki alternatif (hipotesis tandingan) yaitu H_0 dan H_a disebut hipotesis nol dan hipotesis tandingan. Suatu hipotesis diuji dengan penggambaran satu sampel populasi, menghitung nilai sampel statistik, dan membuat keputusan menerima atau menolak hipotesis berdasar nilai statistik. Statistik yang digunakan untuk melakukan atau membuat uji tersebut disebut uji statistik.

Penerapan statistik dalam geodesi dapat berupa penaksiran terhadap parameter suatu populasi besaran pengamatan. Penaksiran tersebut antara lain dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata sampel yang selanjutnya dijadikan penaksir terhadap nilai menengah populasi, menghitung nilai variansi

sampel yang akan diukur sebagai variansi populasi, dan menghitung rasio dari dua variansi yang berbeda.

Uji hipotesis untuk nilai rata-rata jika pengukuran didapat dari sampel yang acak dan σ tidak diketahui maka rumusnya adalah (Harvey, 1990 dalam Asri 2014) :

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{s_{\bar{X}}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan : T : nilai t hitung

\bar{x} : nilai rata-rata x_1

μ_0 : nilai yang dihipotesiskan

$s_{\bar{x}}$: standar deviasi luas

Uji hipotesis dilaksanakan dengan uji dua pihak atau *two tail test*. Uji dua pihak digunakan bila hipotesis nol (H_0) berbunyi “sama dengan” dan hipotesis alternatif H_1 berbunyi “tidak sama dengan” ($H_0 =$; $H_1 \neq$). Pada uji dua pihak berlaku ketentuan, apabila harga t hitung berada pada daerah penerimaan H_0 atau terletak diantara harga tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dengan demikian bila harga t hitung lebih kecil atau sama dengan (\leq) dari harga tabel maka H_0 diterima. Harga t hitung adalah harga mutlak. Jadi tidak dilihat (+) atau (-) nya (Sugiyono, 2013 dalam Asri 2014).

Pada uji two tail test ini, H_0 akan ditolak jika hasil hitung nya sebagai berikut (Harvey, 1990 dalam Asri 2014) :

$$|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dalam hal ini : $|T|$ adalah nilai mutlak dari t hitung, α adalah signifikan level yang dipakai pada pengujian dan n adalah banyaknya sampel yang diambil.

Uji hipotesis untuk standar deviasi adalah sebagai berikut (Harvey, 1990 dalam Asri 2014) :

$$\chi^2_{\alpha/2,r} < \frac{r s^2}{\sigma_0^2} < \chi^2_{1-\alpha/2,r} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dalam halm ini r adalah *degrees of freedom*, s adalah standar deviasi dari sampel, σ adalah standar deviasi sampel yang dihipotesiskan sedangkan $\chi^2_{\alpha/2,r}$ adalah nilai upper, $\chi^2_{1-\alpha/2,r}$ adalah nilai lower pada tabel *chi-square*. jika nilai $\sigma = \sigma_0$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. jika nilai $\sigma \neq \sigma_0$ maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

II.8. RMSE (Root Mean Square Error)

RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah nilai atau frekuensi yang digunakan untuk menghitung perbedaan (selisih) prekdiksi atau estimasi nilai oleh suatu model dengan nilai pengukuran lapangan yang aktual (Wikipedia, 2013 dalam Ryan 2014). RMSE (*Root Mean Square Error*) adalah suatu nilai yang digunakan untuk menunjukkan ketelitian dengan melibatkan semua faktor kesalahan yang terjadi selama proses pengukuran atau produksi data (Nugroho, 2003). Definisi matematis dari RMSE mirip dengan kesalahan baku, yaitu akar pangkat dua dari rata-rata kuadrat kesalahan.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}} \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan

σ = kesalahan baku

x_i = nilai hasil ukuran

μ = nilai sebenarnya

n = jumlah pengukuran

RMSE (*Root Mean Square Error*) disebut juga akurasi, dimana akurasi mengindikasikan seberapa tepat alat mengukur apa yang seharusnya diukur. akurasi dihitung berdasarkan perbandingan nilai lain yang dianggap benar. Penelitian yang telah dilakukan oleh Wihasti (2013), ketelitian koordinat titik target dapat dihitung dengan menggunakan persamaan. Nilai

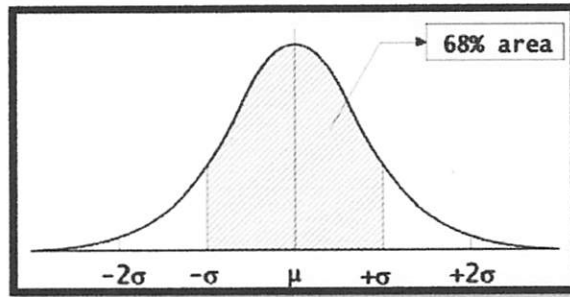
$$\begin{aligned} \text{RMSe X} &= \sqrt{\frac{\sum(X_{\text{foto}} - X_{\text{TS}})^2}{n}} \\ \text{RMSe Y} &= \sqrt{\frac{\sum(Y_{\text{foto}} - Y_{\text{TS}})^2}{n}} \\ \text{RMSe Z} &= \sqrt{\frac{\sum(Z_{\text{foto}} - Z_{\text{TS}})^2}{n}} \dots\dots\dots(2.8) \end{aligned}$$

Dimana;

X , Y , Z_{foto} = nilai posisi pada hasil pengolahan foto

X , Y , Z_{TS} = nilai posisi pada hasil pengukuran Total Station

Kurva distribusi normal menunjukkan distribusi kesalahan untuk suatu pengukuran dengan μ sebagai nilai sebenarnya. Daerah dibawah kurva yang meliputi $-\sigma$ sampai $+\sigma$ mempunyai luas 68% dari keseluruhan luas daerah dibawah kurva, atau dapat dikatakan bahwa 68% nilai data akan berada diantara $-\sigma$ dan $+\sigma$, dengan σ sebagai kesalahan baku (*standard error*).



Gambar 2.5 Kurva distribusi normal

Ketelitian pengukuran meliputi beberapa tingkat kepercayaan, menurut Wolf (1997 dalam Nugroho 2003), faktor pengali untuk berbagai tingkat kepercayaan di bagi ke dalam tabel berikut :

Tabel 2.3. Faktor pengali σ untuk berbagai tingkat kepercayaan.

Tingkat kepercayaan	Faktor pengali σ
50 %	0,6745
90 %	1,6449
95 %	1,960
99 %	2,576
99,7 %	2,965
99,9 %	3,29

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian

Berdasarkan data foto hasil pemotretan UAV, Penelitian ini dilakukan di area persil yang terletak di wilayah kampus 2 ITN Malang. Lokasi ini sangat ideal untuk pemotretan UAV dan pengukuran GPS karena berada pada daerah terbuka sehingga hampir tidak ada *obstruksi* atau halangan pepohonan.

III.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini dibagi sebagai berikut:

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. GPS *Geodetic* Topcon GR 5 Digital UHF sebanyak (2) dua unit.
- b. Statif sebanyak (1) satu buah.
- c. Laptop *Axio* dengan prosessor *Intel Celeron*.
- d. Printer Canon iP 2770.

2. Perangkat Lunak

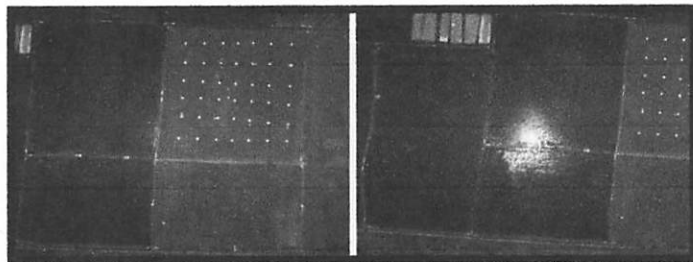
Perangkat lunak yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. *Software Image Composite Editor (ICE)* untuk pembuatan *mosaic* foto UAV
- b. *Software global mapper* untuk proses rektifikasi/*georeferencing* foto UAV
- c. *Software Auto Cad Map* untuk penggambaran persil.
- d. *Software Microsoft Excel 2007* untuk pengolahan data poligon.
- e. *Software Mirosoft Word 2007* untuk pengetikan laporan.

III.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data foto hasil pemotretan UAV pada persil dalam format .JPEG.



Gambar 3.1 Data foto hasil pemotretan UAV format *.JPEG

- 2) Data koordinat titik kontrol atau Ground Kontrol Point (GCP) dalam sistem koordinat UTM, WGS'84.

- 3) Data Koordinat Titik BM ITN008 dan BM ITN009 yang terdapat di Lokasi Penelitian, dengan Koordinat sebagai berikut :
- ITN008 = (680009.220;9124502.633)
- ITN009 = (680066.459;9124480.878)

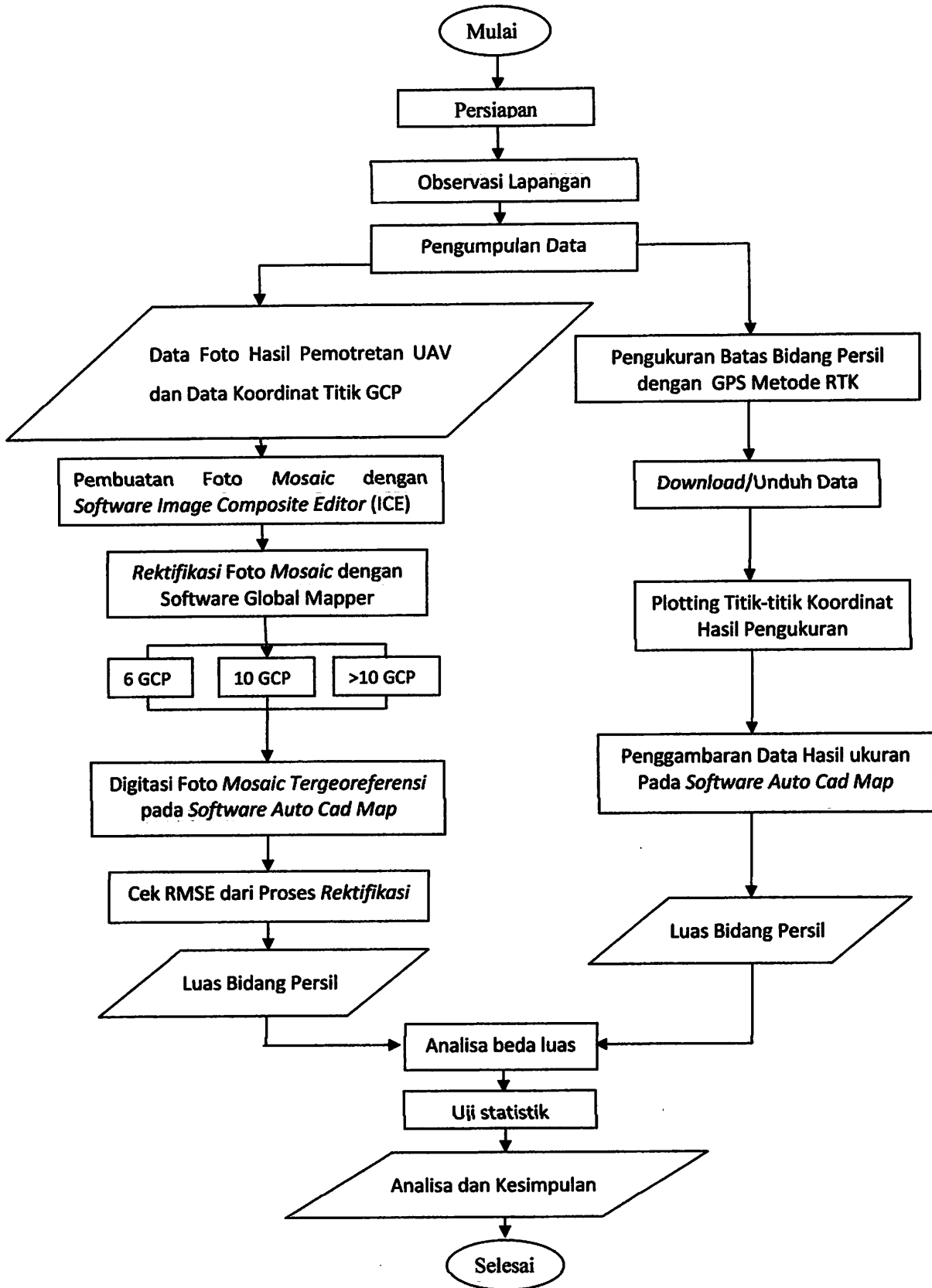
III.4 Tahapan Pelaksanaan

Secara garis besar, penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu :

1. Persiapan, meliputi:
 - a. Persiapan alat dan bahan
 - b. Orientasi lapangan
2. Pengumpulan Data, meliputi:
 - a. Data foto UAV
 - b. Data koordinat titik kontrol
3. Pengolahan data, meliputi:
 - a. Pembuatan *mosaic* foto UAV dilakukan dengan menggunakan *software Image Composite Editor*.
 - b. Melakukan proses *Georeferensi/rektifikasi* terhadap hasil *mosaic* foto menggunakan *software Global Mapper*.
 - c. Proses digitasi terhadap *mosaic* foto *tergeoreferensi* pada *software Auto cad*.
4. Pengukuran Data Lapangan, meliputi:
 - a. Pengukuran batas persil di lapangan menggunakan GPS metode RTK.

b. Proses pengunduhan dan plotting data ukuran GPS metode RTK.

5. Menganalisa perbandingan koordinat dan luasan dari hasil digitasi foto *tergeoreferensi* dengan hasil pengukuran GPS metode RTK.



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

III.4.1 Persiapan

Persiapan perlu dilakukan untuk memastikan penelitian dapat berlangsung dengan lancar. Persiapan yang dilakukan antara lain :

III.4.1.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dilakukan dengan melakukan pengecekan baik jumlah alat maupun kondisi alat. Bahan-bahan yang diperlukan untuk penelitian juga dipersiapkan sebelum dilakukan pengukuran.

III.4.1.2 Orientasi Lapangan

Orientasi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan sebelum dilakukan pengukuran. Kegiatan tersebut meliputi.

- a. Pengecekan kondisi topografi area penelitian.
- b. Pengecekan kondisi cuaca area penelitian.
- c. Pencarian titik kontrol atau BM yang ada di lapangan.
- d. Mengestimasi lamanya waktu pengukuran.

III.4.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data meliputi pengumpulan data foto hasil pemotretan menggunakan wahana UAV dan pengumpulan data koordinat titik-titik kontrol.

1. Pengumpulan data foto hasil pemotretan wahana UAV
2. Pengumpulan data koordinat titik kontrol

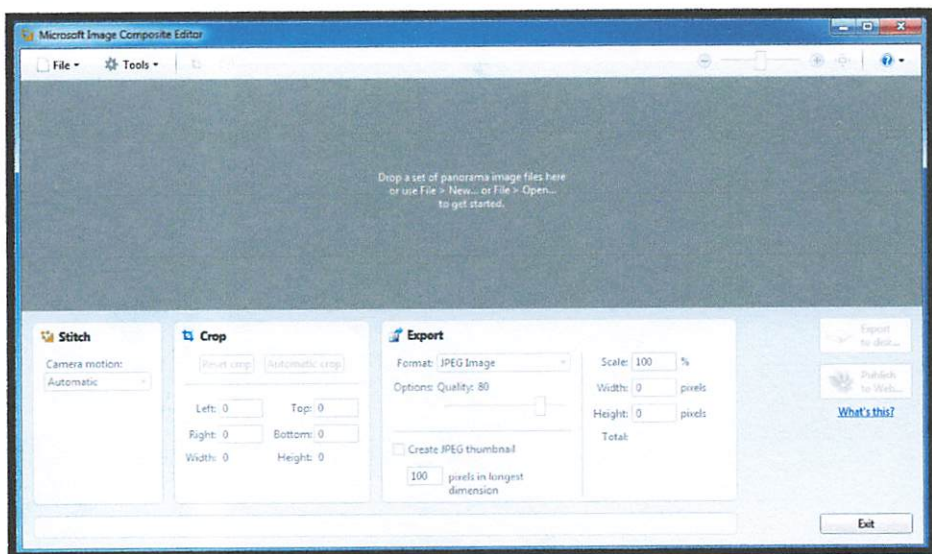
III.4.3 Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan mosaic foto, adapun proses-proses tersebut adalah sebagai berikut.

III.4.3.1 Pembuatan *mosaic* foto UAV dilakukan dengan menggunakan *software image composite editor (ICE)*.

Data foto hasil pemotretan UAV dipilih yang memiliki kualitas gambar baik, kemudian dengan menggunakan *software Image Composite Editor* foto tersebut dapat diproses sehingga menghasilkan *mosaic* foto yang belum *tergeoreferensi*. dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membuka software ICE, sehingga akan muncul tampilan awal software tersebut



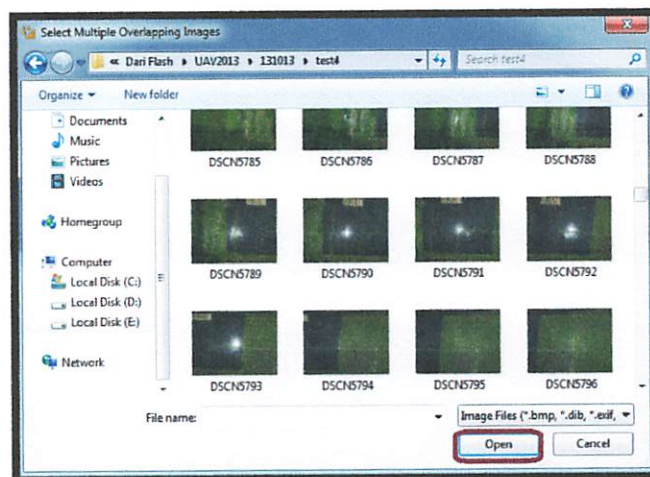
Gambar 3.3 Tampilan awal *Software Image Composite Editor*

2. Memasukkan foto hasil pemotretan UAV yang akan dibuat Mosaic dengan mengklik File → New Panorama.



Gambar 3.4 Proses input foto pada *Software Image Composite Editor*

3. Maka akan muncul kotak dialog baru *Select Multiple Overlapping Image* lalu block semua foto UAV yang telah disediakan untuk memulai proses pembuatan mosaik secara otomatis. kemudian klik *open*



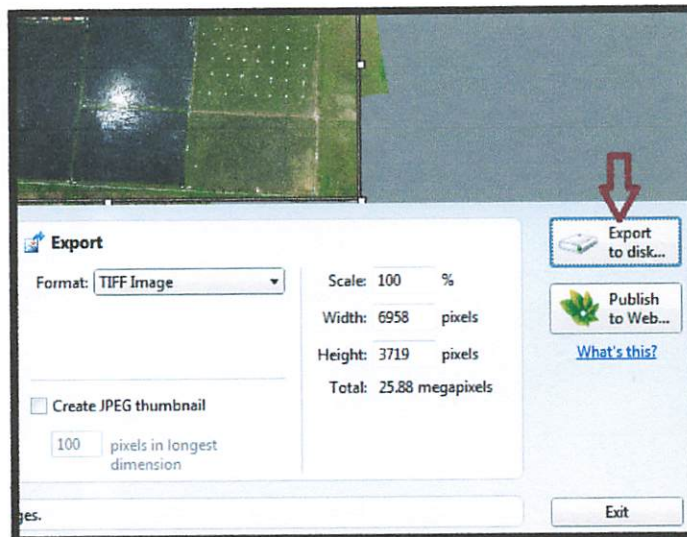
Gambar 3.5 Proses input foto pada *Software Image Composite Editor*

4. Maka secara otomatis program ini akan menganalisis dan menggabungkan semua foto UAV menjadi satu mosaik yang belum tergeoreferensi seperti pada gambar berikut ini.



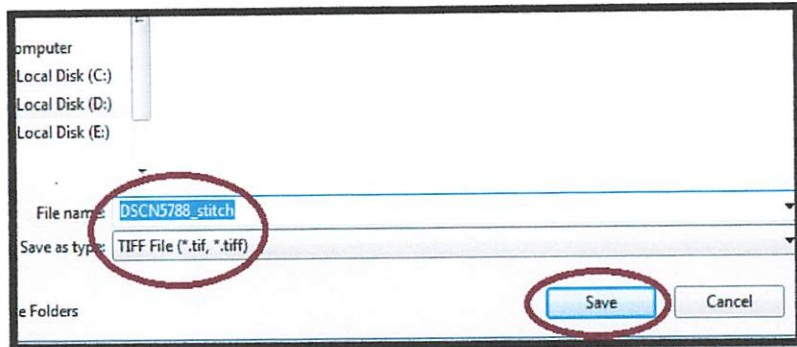
Gambar 3.6 Hasil Proses mosaik pada *Software Image Composite Editor*

5. Hasil Foto UAV yang di gabungkan secara otomatis menjadi *mosaic* yang belum *tergeoreferensi* dapat disimpan dengan cara klik pada *export disk*



Gambar 3.7 Proses *export* data ke dalam *folder* penyimpanan

6. Hasil Mosaic foto UAV yang belum tergeoreferensi dapat disimpan dalam berbagai macam format file yang mendukung, misalnya dari format umum seperti JPEG dan TIFF.

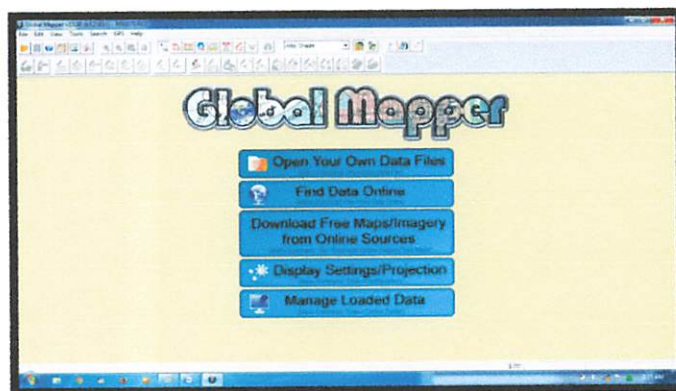


Gambar 3.8 Proses penyimpanan *mosaic* yang belum *tergeoreferensi*

III.4.3.2. Melakukan proses georeferensi/rektifikasi terhadap hasil *mosaic* foto.

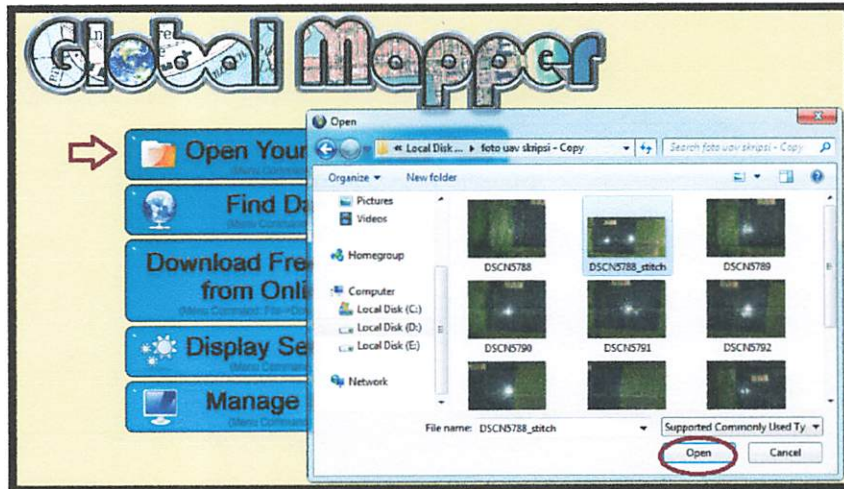
Proses georeferensi dilakukan dengan menggunakan *software Global Mapper*. Sehingga dengan bantuan *Software Global Mapper* maka foto tersebut akan menghasilkan *Mosaic* Foto yang mempunyai koordinat geografis. dengan Langkah– langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama buka *software Global Mapper*, maka akan muncul tampilan awal seperti gambar berikut



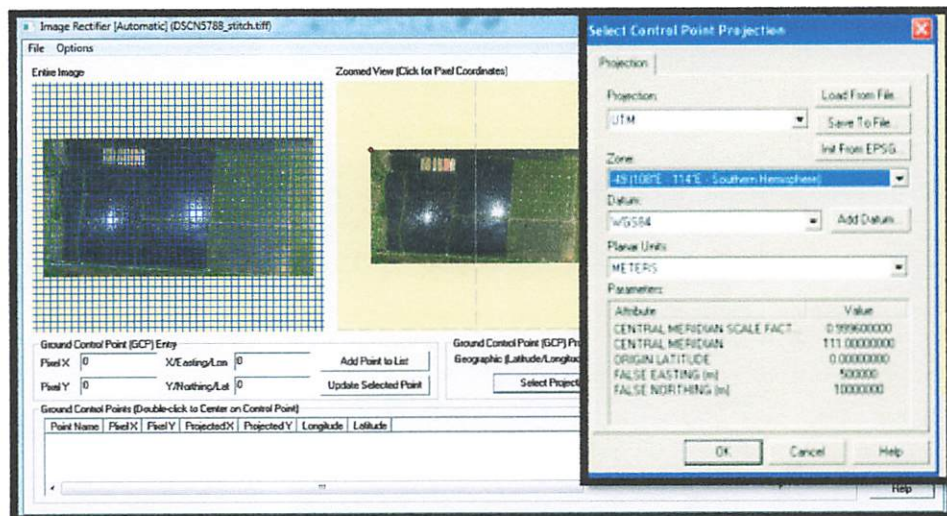
Gambar 3.9 Tampilan awal *Software Global Mapper*

2. kemudian klik *Open Your Own Data Files* pilih mosaik lalu klik *Open* untuk menginput hasil mosaik yang akan direktifikasi dan *klik Yes* untuk masuk pada tahap rektifikasi secara manual.



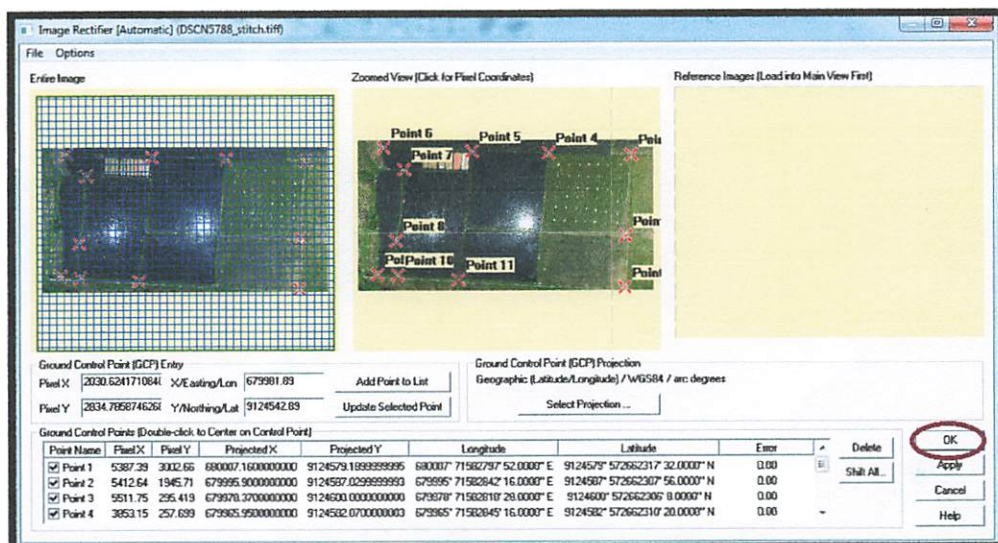
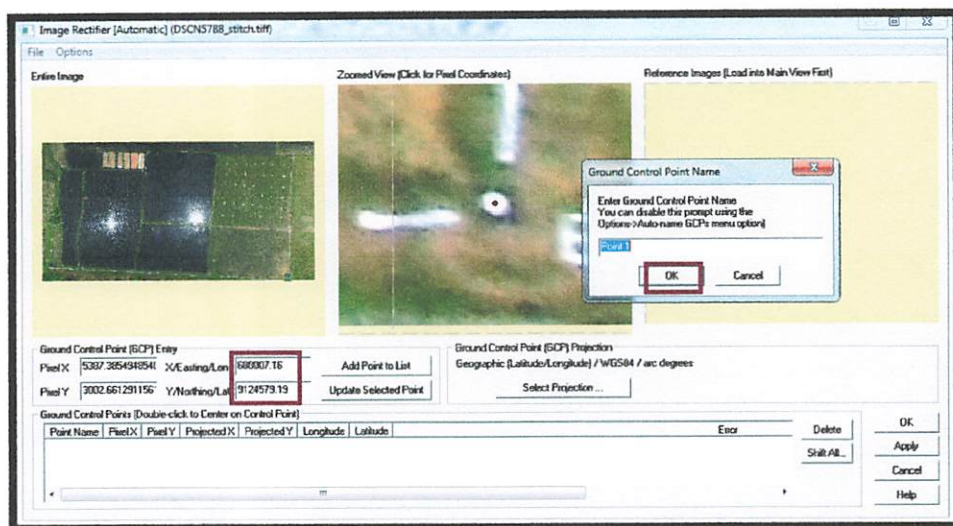
Gambar 3.10 Langkah rektifikasi hasil mosaik

3. Kemudian akan muncul kotak dialog *image rectifier* dan klik pada *select projection* untuk mengatur sistem proyeksinya yaitu : arahkan *pointer* ke *Projection* kemudian pilih *UTM*, kemudian pilih *zone -49 (108°E - 114°E – Southern Hemisphere)*, Datum yang digunakan *WGS'84*. Tekan *OK*



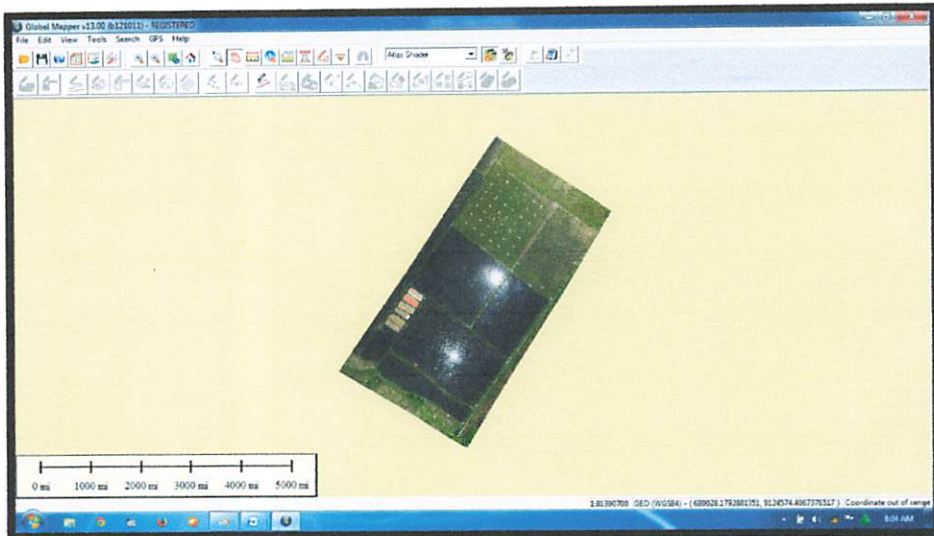
Gambar 3.11 Mengatur System Proyeksi

- Selanjutnya mulai melakukan proses rektifikasi pada titik-titik yang ada di mosaik dengan cara zoom titik tersebut dan klik pada pixel terkecil dan secara otomatis kolom *pixel X* dan *pixel Y* akan muncul nilainya dengan sendiri, lalu masukkan nilai koordinat yang telah disediakan ke dalam kolom *X/Easting/Lon* dan kolom *X/Northing/Lat* kemudian klik pada *Add GCP to List* dan akan muncul kotak dialog *Ground Control Point Name* lalu klik *Ok*.



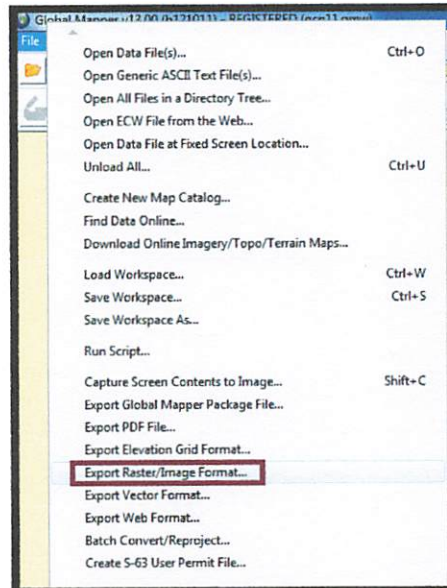
Gambar 3.12 Proses Rektifikasi *Mosaic* foto

5. Setelah semua titik tersebut sudah dimasukkan koordinat titik kontrol maka klik Ok dan proses rektifikasi telah selesai sehingga foto mosaik tersebut sudah bergeoreferensi.



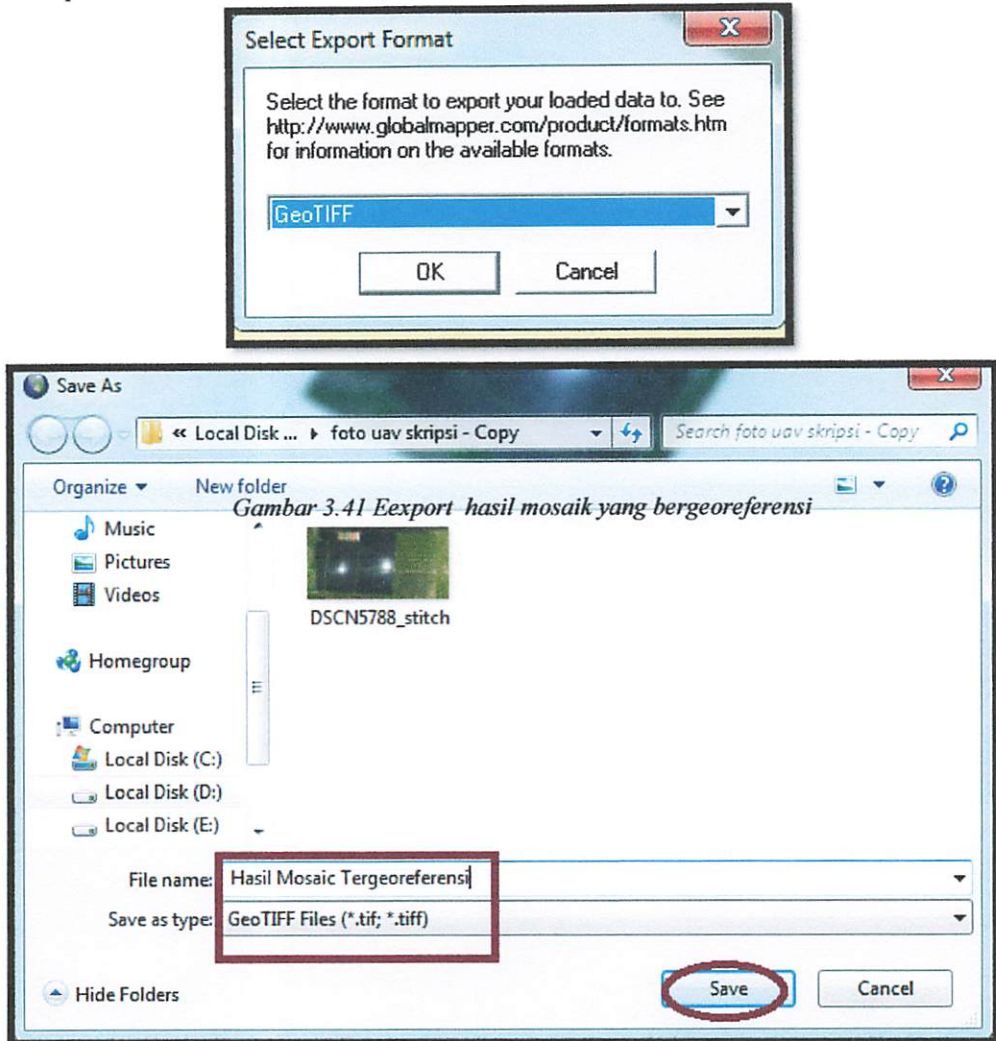
Gambar 3.13 Hasil Mosaic Foto yang telah *Tergeoreferensi*

6. Selanjutnya hasil *mosaic* bergeoreferensi dapat disimpan dengan cara klik pada menu *File* kemudian klik *Export Raster Image Format*



Gambar 3.14 Proses Export hasil *mosaic*

7. lalu pilih *Export GeoTIFF* klik *Ok*, maka akan Muncul kotak dialog, pilih 24-bit RGB. Lalu beri tanda *Generate TFW File*. klik *OK*, beri nama file lalu simpan dalam bentuk *(* .TIFF)*.

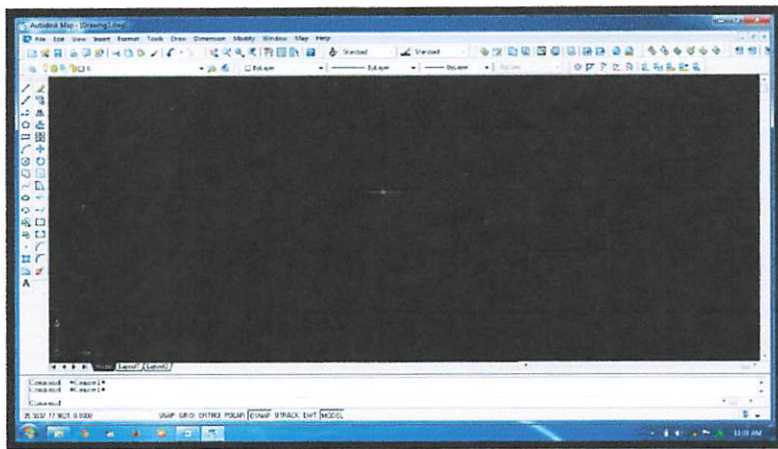


Gambar 3.15 Proses penyimpanan hasil mosaic ke dalam format geotiff

III.4.3.3. Proses *Digitasi Terhadap Mosaic Foto Tergeoreferensi* pada *Software Auto Cad*.

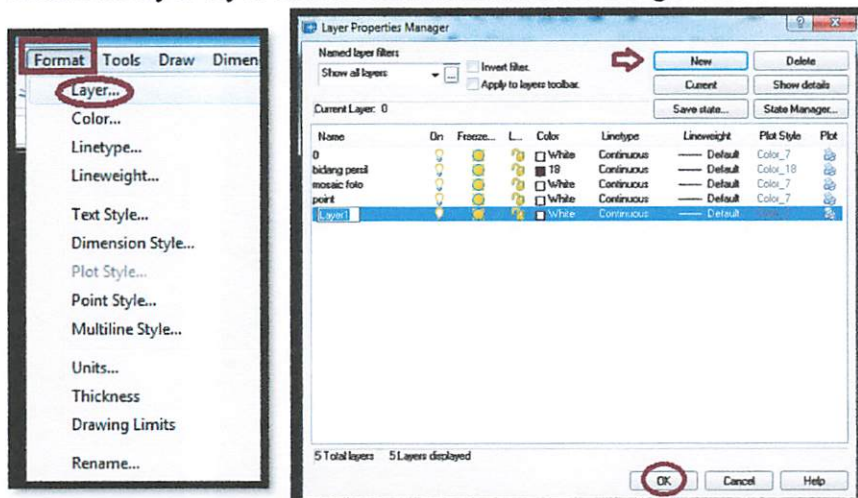
Proses digitasi menggunakan software Auto Cad map 2004. dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Membuka software Auto cad maop 2004 sehingga muncul tampilan awal sebagai berikut



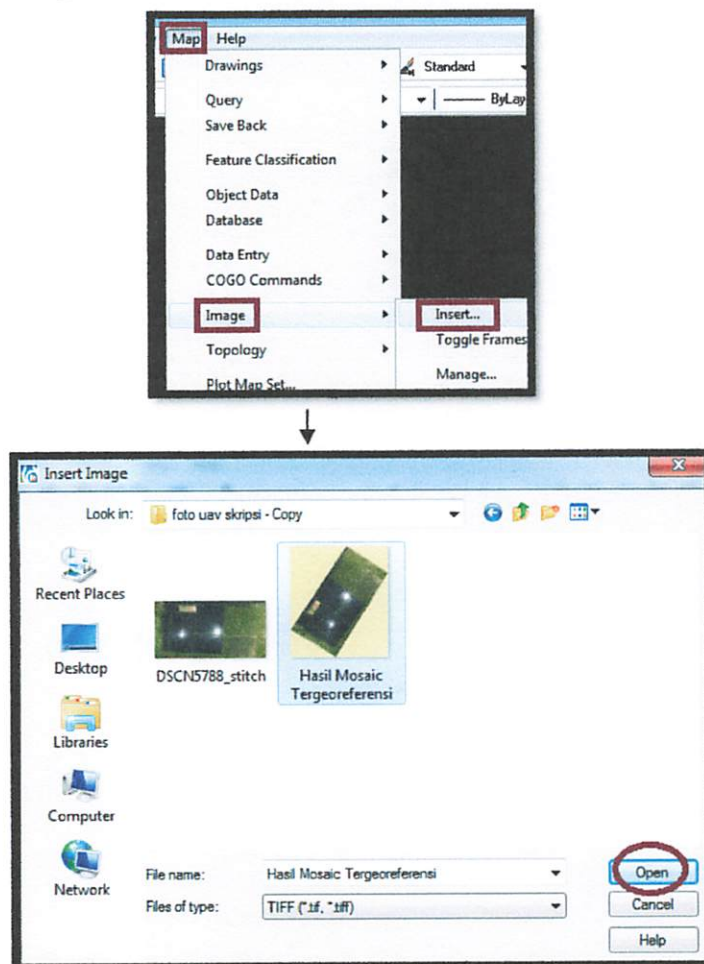
Gambar 3.16 Tampilan awal Software Auto Cad Map 2004

2. Membuat layer-layer untuk memudahkan dalam mengedit data



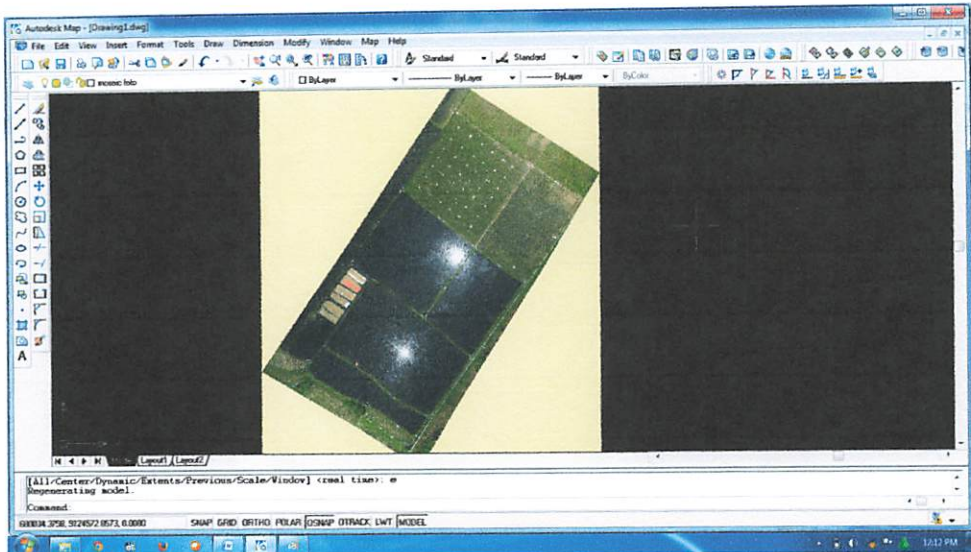
Gambar 3.17 Membuat layer-layer obyek

3. Menginput data *mosaic* foto yang telah *tergeoreferensi*, kemudian klik *Map - Image - Insert*, sehingga akan muncul kotak dialog *Insert Image*



Gambar 3.18 proses input data foto *mosaic*

4. Setelah itu akan muncul tampilan *mosaic* foto yang telah *tergeoreferensi* sesuai dengan koordinat yang telah ditentukan melalui proses Rektifikasi pada *Software Global Mapper* sebelumnya, hasilnya seperti yang terlihat pada gambar berikut



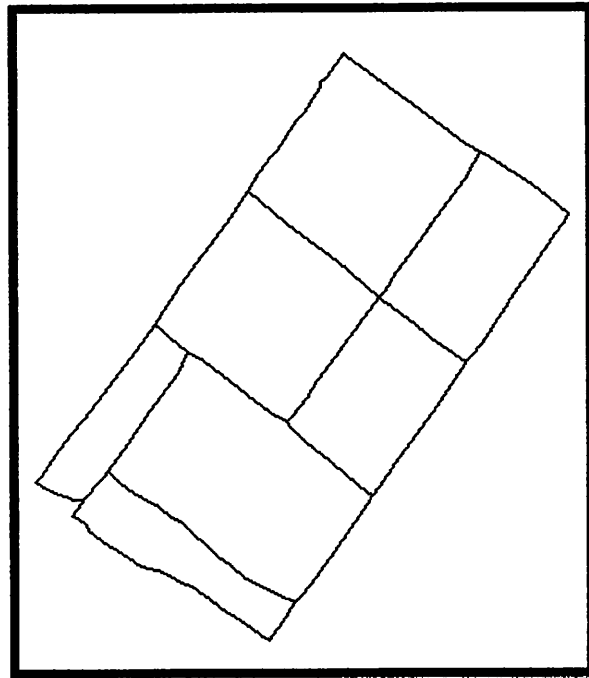
Gambar 3.19 Tampilan *Mosaic* foto tergeoreferensi pada Software Auto Cad Map

5. Langkah selanjutnya adalah mulai melakukan proses digitasi terhadap obyek bidang persil yang terdapat pada *mosaic* foto tersebut, dengan menklik *item polyline* yang terdapat pada toolbar software Auto Cad.



Gambar 3.20 Proses *Digitasi* pada Software Auto Cad Map

6. Setelah proses digitasi selesai, maka matikan layer mosaik foto sehingga akan kelihatan hasil digitasi berbentuk bidang-bidang persil seperti yang terlihat pada gambar berikut ini



Gambar 3.21 Hasil Proses *Digitasi* pada *Software Auto Cad Map*

III.4.4 Proses Pengukuran Data Lapangan

Pengukuran di lapangan terhadap persil dilakukan dengan menggunakan GPS metode RTK, dari pengukuran tersebut dapat dilakukan pengunduhan dan *plotting* data secara langsung.

III.4.4.1 Pengukuran Batas Persil Menggunakan GPS Metode RTK.

Pengukuran batas persil menggunakan GPS metode RTK yaitu dengan mendirikan GPS sebagai *Base* pada BM ITN008 yang terdapat di lokasi

penelitian. Melakukan penyettingan *base* dengan memasukkan koordinat titik BM tempat berdiri *Base*, kemudian melakukan penyettingan *rover* agar terhubung dengan *base* melalui saluran radio. *Rover* bergerak pada tiap batas persil dengan waktu yang singkat. *Base* dan *rover* akan mendapatkan koordinat secara *Real Time* dari proses pengukuran yang terdapat selisih dengan koordinat *fix*. *Base* akan melakukan koreksi terhadap koordinat yang kemudian akan disampaikan kepada *rover* melalui sinyal radio, sehingga koordinat titik tersebut dapat diperoleh secara langsung.

III.4.4.2 Proses Pengunduhan dan *Plotting* Data Hasil Pengukuran GPS Metode RTK.

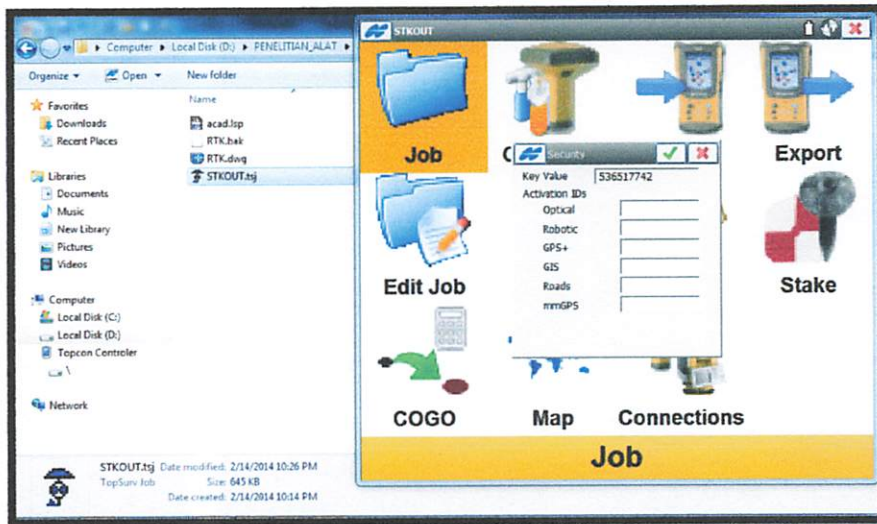
Data koordinat hasil pengukuran GPS metode RTK dapat langsung diunduh dan ditampilkan dalam format *excel* ataupun *notepad*. Hasil pengukuran GPS metode RTK dilakukan pengunduhan data seperti langkah berikut.

1. Menyambungkan kabel USB dari *Data Collector* GPS ke Laptop sehingga akan muncul tampilan *Windows Mobile Device Center*



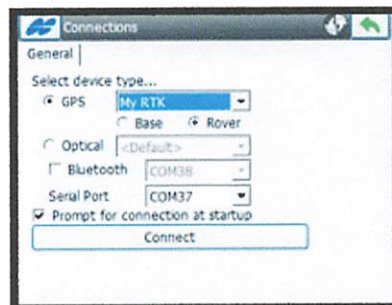
Gambar 3.22 Tampilan *Windows Mobile Device Center*

2. Klik *connect without setting up your device* → klik *file management* → *copy project* ke direktori penyimpanan laptop



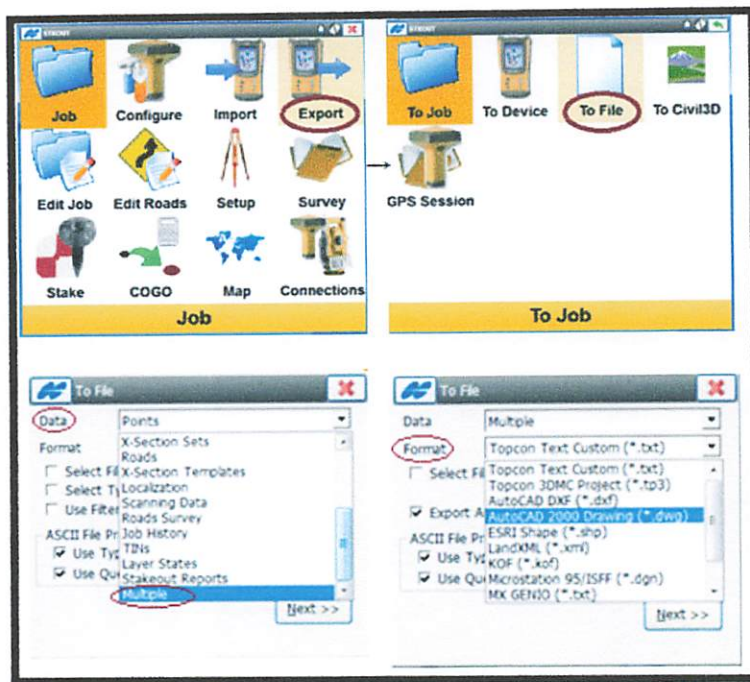
Gambar 3.23 Proses *copy project* ke direktori laptop

3. Klik tanda centang hijau  2 kali, akan muncul kotak dialog berikut



Gambar 3.24 Proses pengunduhan data RTK

4. Pilih *export* → kemudian to file, pada data pilih *multiple*, dan pada format pilih *Auto Cad 2000 Drawing (*.dwg)*, seperti pada gambar berikut ini



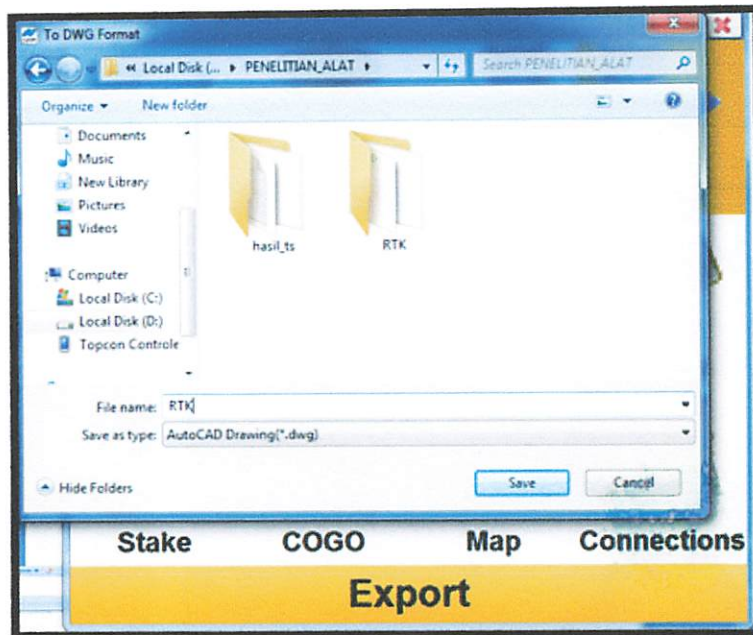
Gambar 3.25 Proses pengunduhan data RTK

5. Centang pada *select file units*



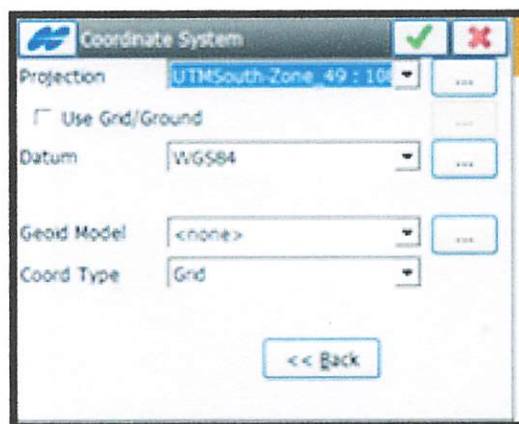
Gambar 3.26 Proses pengunduhan data RTK

6. Klik *next* sampai muncul *browse* tempat direktori penyimpanan, beri nama *project* tersebut seperti pada tampilan gambar berikut ini




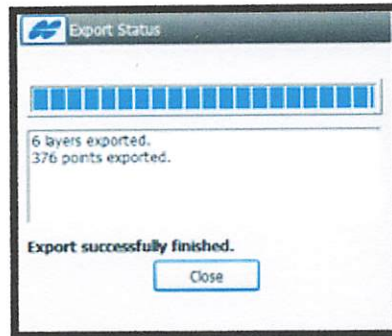
Gambar 3.27 Proses penyimpanan data unduhan RTK

7. Setelah itu akan muncul dialog *coordinate system*, pada *projection* pilih UTM South 49, pada Datum pilih WGS 84, kemudian klik tanda centang hijau



Gambar 3.28 Proses pemilihan datum proyeksi pada data unduhan RTK

8. klik pada tanda centang hijau  maka akan muncul proses pengunduhan data berupa kotak dialog *Export Status* seperti yang terlihat pada gambar berikut



Gambar 3.29 Proses unduhan data RTK selesai

9. klik close maka pada direktori laptop telah tersimpan file ekstensi *.DWG dari proses pengunduhan data RTK, sehingga data sudah terplotting dan siap dilakukan penggambaran.

III.4.5. Analisa Hasil

Proses analisis terhadap hasil pengolahan data foto mosaic dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Melakukan pengecekan terhadap RMSE dari foto *mosaic* tergeoreferensi untuk mengetahui sejauh mana tingkat presisi atau akurasi dari data olahan tersebut.
2. Menghitung selisih luasan terhadap bidang persil yang diperoleh dari digitasi foto *mosaic* UAV dengan hasil pengukuran GPS metode RTK. Analisis dilakukan dengan melakukan uji statistik. Adapun secara garis besar proses uji statistik yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Langkah-langkah pekerjaan uji statistik dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk melakukan uji hipotesis nilai rata-rata, dicari nilai T hitung dengan persamaan 2.4 untuk setiap sampel bidang.
2. Mencari nilai T hitung dalam tabel *t-student* dan membandingkan dengan nilai $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$.
3. Melakukan pengambilan keputusan tentang H_0 yang akan diterima atau ditolak.
4. Untuk melakukan uji hipotesis standar deviasi, dicari nilai χ dengan menggunakan persamaan 2.6 pada tabel *chi square*.
5. Melakukan pengambilan keputusan, tentang H_0 yang akan diterima atau ditolak berdasarkan hasil pengujian tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian kajian pemotretan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam penentuan batas persil adalah mengkaji perbedaan koordinat dan luasan dari hasil pemotretan foto udara menggunakan wahana UAV dengan hasil pengukuran GPS metode RTK sebagai data acuan yang dianggap benar.

IV.1 Hasil Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut.

IV.4.1. Hasil Pengumpulan Data Foto Pemotretan UAV.

Hasil pengumpulan data foto UAV dapat dilihat pada Lampiran A.

IV.4.2. Hasil Pengumpulan Data Koordinat Titik *Ground Control Point* (GCP).

Data koordinat titik kontrol/GCP yang digunakan untuk melakukan *rektifikasi/georeferencing* terhadap foto hasil pemotretan UAV dapat dilihat pada Lampiran B.

IV.2. Hasil Proses Pengolahan Data

Adapun hasil dari proses-proses pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

IV.2.1. Hasil Pembuatan Foto *Mosaic* UAV Pada *Software Image Composite Editor*

Hasil Pembuatan Foto *Mosaic* UAV Pada *Software Image Composite Editor* dapat dilihat pada Lampiran C.

IV.2.2 Hasil Foto *Mosaic Tergeoreferensi/Terrektifikasi* Pada *Software Global Mapper*.

Hasil Foto *Mosaic Tergeoreferensi* pada *software Global Mapper* dapat dilihat pada Lampiran D.

IV.2.3. Hasil Digitasi Foto *Mosaic* UAV Pada *Software Auto Cad Map*

Hasil dari proses *Digitasi* foto *mosaic* UAV menggunakan *software Auto Cad Map* dapat dilihat pada Lampiran E.

IV.3. Hasil Proses Pengukuran Data Lapangan

Proses pengukuran data lapangan dilakukan menggunakan GPS metode RTK, adapun hasil dari pengukuran tersebut adalah sebagai berikut.

IV.3.1. Hasil Pengukuran dan *Plotting* Data Ukuran GPS Metode RTK

Pengunduhan data hasil pengukuran GPS metode RTK ditampilkan dalam file ekstensi *.dwg. hasilnya pada Lampiran F.

IV.3.2. Hasil Penggambaran Data Ukuran GPS Metode RTK

Hasil dari penggambaran data ukuran GPS metode RTK dapat dilihat pada Lampiran G.

IV.4. Analisa Perbandingan Titik Koordinat Pada Foto *Mosaic* *Tergeoreferensi* dengan Data Pengukuran GPS Metode RTK.

Analisa perbandingan posisi titik koordinat bertujuan untuk mengetahui tingkat kepresisian dari hasil rektifikasi atau georeferensi yang dilakukan terhadap *mosaic* foto UAV. Hasil perbandingan titik koordinat dapat dilihat pada tabel berikut 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Posisi titik koordinat pada foto *mosaic* yang akan dibandingkan dengan data ukuran GPS metode RTK.

Tabel 4.1. perbandingan posisi titik koordinat pada foto *mosaic* UAV yang menggunakan 6 GCP dengan hasil ukuran GPS metode RTK.

Point ID	Koordinat Hasil Digitasi Mosaic (m)		Koordinat hasil ukuran GPS Metode RTK (m)		Selisih Koordinat (m)	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	680007.165	9124579.189	680007.176	9124579.179	-0.011	0.010
2	679978.370	9124599.800	679978.401	9124600.005	-0.031	-0.205
3	679993.922	9124560.415	679993.939	9124560.436	-0.016	-0.021
4	679965.749	9124581.805	679965.965	9124582.044	-0.216	-0.240
5	679981.742	9124542.703	679981.864	9124542.875	-0.122	-0.172
6	679953.828	9124564.919	679953.835	9124564.930	-0.007	-0.011
7	679971.865	9124529.076	679971.843	9124529.067	0.022	0.008
8	679947.565	9124546.154	679947.847	9124546.066	-0.282	0.088
9	679938.607	9124544.585	679938.612	9124544.574	-0.004	0.010
10	679957.560	9124531.491	679957.649	9124531.077	-0.088	0.414
Σ					-0.756	-0.117
RMSE _x					0.123	
RMSE _y					0.176	

Tabel 4.2. perbandingan posisi titik koordinat pada foto *mosaic* yang menggunakan 10 GCP dengan hasil ukuran GPS metode RTK.

Point ID	Koordinat Hasil Digitasi Mosaic (m)		Koordinat hasil ukuran GPS Metode RTK (m)		Selisih Koordinat (m)	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	680007.160	9124579.191	680007.176	9124579.179	-0.017	0.013
2	679978.377	9124599.998	679978.401	9124600.005	-0.024	-0.007
3	679993.927	9124560.413	679993.939	9124560.436	-0.012	-0.023
4	679965.940	9124582.067	679965.965	9124582.044	-0.025	0.023
5	679981.894	9124542.882	679981.864	9124542.875	0.030	0.007
6	679953.824	9124564.928	679953.835	9124564.930	-0.012	-0.002
7	679971.860	9124529.081	679971.843	9124529.067	0.017	0.014
8	679947.568	9124546.161	679947.847	9124546.066	-0.279	0.095
9	679938.608	9124544.594	679938.612	9124544.574	-0.004	0.019
10	679957.565	9124531.508	679957.649	9124531.077	-0.084	0.431
Σ					-0.409	0.570
RMSE _x					0.094	
RMSE _y					0.140	

Tabel 4.3. perbandingan posisi titik koordinat pada foto *mosaic* UAV yang menggunakan >10 GCP dengan hasil ukuran GPS metode RTK.

Point ID	Koordinat Hasil Digitasi Mosaic (m)		Koordinat hasil ukuran GPS Metode RTK (m)		Selisih Koordinat (m)	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	680007.169	9124579.190	680007.176	9124579.179	-0.007	0.012
2	679978.375	9124600.004	679978.401	9124600.005	-0.026	-0.001
3	679993.926	9124560.400	679993.939	9124560.436	-0.013	-0.036
4	679965.949	9124582.062	679965.965	9124582.044	-0.016	0.017
5	679981.889	9124542.876	679981.864	9124542.875	0.024	0.001
6	679953.817	9124564.934	679953.835	9124564.930	-0.018	0.003
7	679971.863	9124529.073	679971.843	9124529.067	0.020	0.005
8	679947.858	9124546.060	679947.847	9124546.066	0.011	-0.006
9	679938.597	9124544.578	679938.612	9124544.574	-0.015	0.004
10	679957.641	9124531.088	679957.649	9124531.077	-0.007	0.011
Σ					-0.048	0.010
					RMSE _x	0.017
					RMSE _y	0.014

Untuk menghitung nilai RMSE digunakan pedoman pada rumus 2.8. Sehingga didapatkan hasil RMSE seperti pada tabel diatas. RMSE_x terkecil adalah 0.017 m² terdapat pada hasil foto mosaic dengan menggunakan >10 GCP dan RMSE_x terbesar adalah 0.123 m² terdapat pada hasil foto mosaic menggunakan 6 GCP sedangkan untuk RMSE_y terkecil adalah 0.014 m² terdapat pada hasil mosaic menggunakan >10 GCP dan RMSE_y terbesar adalah 0.176 m² terdapat pada hasil foto mosaic menggunakan 6 GCP. semakin banyak jumlah GCP yang digunakan maka nilai RMSE semakin kecil yang berarti bahwa tingkat presisi atau akurasi dari proses *georeferencing* foto *mosaic* UAV tersebut semakin baik.

IV.5. Hasil Analisa Perbandingan Luas Dari Proses Digitasi Foto *Mosaic* UAV dengan Data Ukuran GPS Metode RTK.

Hasil Perbandingan Luasan dari proses digitasi foto *Mosaic* UAV dengan ukuran GPS metode RTK dilakukan dengan menghitung selisih dari kedua cara tersebut. untuk itu dilakukan perhitungan luas rata-rata dari kedua cara tersebut seperti dilakukan dengan cara berikut.

IV.5.1. Hasil Luas rata-rata dari Pengukuran GPS Metode RTK

Hasil perhitungan luas Bidang Persil dari Pengukuran GPS metode RTK tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.4. Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil 01 dari Pengukuran GPS metode RTK.

Pengukuran ke-	Luas (m ²)	(L-L rata-rata) (m ²)	(L-L rata-rata) ² (m ²)
1	323.9971	-0.38992	0.152037606
2	324.5835	0.19648	0.03860439
3	324.5908	0.20378	0.041526288
4	324.3301	-0.05692	0.003239886
5	324.4336	0.04658	0.002169696
rata-rata	324.38702	Σ	0.237577868
Simpangan Baku Bidang 01 =			0.243709801

Pengukuran bidang persil dilakukan sebanyak 5 kali sehingga didapatkan lima buah luas. Cara untuk mendapatkan standar deviasi luas persil dilakukan penghitungan luas pada pengukuran ke-i dikurangi dengan luas rata-rata kemudian dikuadratkan, hasil pengkuadratan kemudian dibagi dengan *degrees of freedom* (n-1) dimana n adalah banyaknya pengukuran dan

hasilnya diakarkan sehingga didapatkan nilai 0.243709801 m^2 untuk standar deviasi bidang persil 01.

Untuk Bidang Persil nomor 02 – 10 dilakukan perhitungan dengan cara yang sama sehingga dari proses tersebut akan mendapatkan luas-rata-rata seperti tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil dengan GPS metode RTK

Nomor Bidang Persil	Luas (m ²)
01	324.38702
02	483.6746
03	295.33368
04	444.8667
05	548.68096
06	154.4959
07	194.69004
08	112.44638
09	78.14364
10	38.0131

Hasil luasan bidang persil pada tabel diatas adalah hasil rata-rata luasan yang diukur sebanyak 5 kali untuk masing-masing koordinat titik batasnya. Luasan terbesar adalah bidang nomor 5 yaitu 548.68096 m^2 . Sedangkan luasan terkecil adalah bidang nomor 10 yaitu 38.0131 m^2 .

IV.5.2. Hasil Luas Rata-rata dari Proses Digitasi Foto Mosaic UAV.

Hasil luas rata-rata dari proses digitasi foto *Mosaic* UAV yang telah dilakukan dengan jumlah GCP berbeda dapat dilihat sebagai berikut.

1. Menggunakan 6 GCP

Hasil perhitungan luas Bidang Persil dari Proses digitasi foto *mosaic* UAV tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.6. Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil 01 dari proses digitasi foto *mosaic* UAV menggunakan 6 GCP.

Digitasi ke-	Luas (m ²)	(L-L rata-rata) (m ²)	(L-L rata-rata) ² (m ²)
1	324.6294	0.96748	0.93601755
2	324.2437	0.58178	0.338467968
3	322.9775	-0.68442	0.468430736
4	323.2017	-0.46022	0.211802448
5	323.2573	-0.40462	0.163717344
rata-rata	323.66192	Σ	2.118436048
Simpangan Baku Bidang 1 =			0.727742408

Proses digitasi terhadap foto *mosaic* UAV dilakukan sebanyak 5 kali sehingga didapatkan lima buah luas. Cara untuk mendapatkan standar deviasi luas persil dilakukan penghitungan luas pada digitasi ke-*i* dikurangi dengan luas rata-rata kemudian dikuadratkan, hasil pengkuadratan kemudian dibagi dengan *degrees of freedom* (*n*-1) dimana *n* adalah banyaknya pengukuran dan hasilnya diakarkan sehingga didapatkan nilai 0.727742408 m² untuk standar deviasi bidang persil 01.

Untuk Bidang Persil nomor 02 – 10 dilakukan perhitungan dengan cara yang sama sehingga dari proses tersebut akan mendapatkan luas-rata-rata seperti tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil dari proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan 6 GCP.

No.Bidang Persil	Luas (m ²)
1	323.66192
2	485.41502
3	301.59638
4	439.56026
5	544.59758
6	151.28916
7	184.79218
8	86.97412
9	61.96258
10	33.27706

Hasil luasan bidang persil pada tabel diatas adalah hasil rata-rata luasan yang didigitasi sebanyak 5 kali dengan menginterpretasi obyek persil yang terdapat pada foto mosaic UAV. Luasan terbesar adalah bidang nomor 5 yaitu 544.59758m². Sedangkan luasan terkecil adalah bidang nomor 10 yaitu 33.27706 m².

2. Menggunakan 10 GCP

Hasil perhitungan luas Bidang Persil dari Proses digitasi foto mosaic UAV tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.8. Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil 01 dari proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan 10 GCP.

Digitasi ke-	Luas (m ²)	(L-L rata-rata) (m ²)	(L-L rata-rata) ² (m ²)
1	320.3657	1.0116	1.02333456
2	318.3584	-0.9957	0.99141849
3	319.2876	-0.0665	0.00442225
4	319.1782	-0.1759	0.03094081
5	319.5806	0.2265	0.05130225
rata-rata	319.3541	Σ	2.10141836
Simpangan Baku Bidang 1 =			0.724813486

Proses digitasi terhadap foto mosaic UAV dilakukan sebanyak 5 kali sehingga didapatkan lima buah luas. Cara untuk mendapatkan standar deviasi luas persil dilakukan penghitungan luas pada digitasi ke-i dikurangi dengan luas rata-rata kemudian dikuadratkan, hasil pengkuadratan kemudian dibagi dengan *degrees of freedom* (n-1) dimana n adalah banyaknya pengukuran dan hasilnya diakarkan sehingga didapatkan nilai 0.724813486 m² untuk standar deviasi bidang persil 01.

Untuk Bidang Persil nomor 02 – 10 dilakukan perhitungan dengan cara yang sama sehingga dari proses tersebut akan mendapatkan luas-rata-rata seperti tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil dari proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan 10 GCP.

No. Bidang Persil	Luas (m ²)
1	319.3541
2	483.97714
3	297.73838
4	446.21348
5	548.937
6	151.2496
7	184.01102
8	86.65656
9	61.73678
10	33.19004

Hasil luasan bidang persil pada tabel diatas adalah hasil rata-rata luasan yang ddidigitasi sebanyak 5 kali dengan menginterpretasi obyek persil yang terdapat pada foto mosaic UAV. Luasan terbesar adalah bidang nomor 5 yaitu 548.937 m². Sedangkan luasan terkecil adalah bidang nomor 10 yaitu 33.19004 m².

3. Menggunakan >10 GCP

Hasil perhitungan luas Bidang Persil dari Proses digitasi foto mosaic UAV tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.10. Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil 01 dari proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan >10 GCP.

Digitasi ke-	Luas (m ²)	(L-L rata-rata) (m ²)	(L-L rata-rata) ² (m ²)
1	319.8359	0.69998	0.489972
2	318.7002	-0.43572	0.189851918
3	318.6875	-0.44842	0.201080496
4	319.6899	0.55398	0.30689384
5	318.7661	-0.36982	0.136766832
rata-rata	319.13592	Σ	1.324565088
Simpangan Baku Bidang 1 =			0.575448757

Proses digitasi terhadap foto mosaic UAV dilakukan sebanyak 5 kali sehingga didapatkan lima buah luas. Cara untuk mendapatkan standar deviasi luas persil dilakukan penghitungan luas pada digitasi ke-i dikurangi dengan luas rata-rata kemudian dikuadratkan, hasil pengkuadratan kemudian dibagi dengan *degrees of freedom* (n-1) dimana n adalah banyaknya pengukuran dan hasilnya diakarkan sehingga didapatkan nilai 0.575448757 m² untuk standar deviasi bidang persil 01.

Untuk Bidang Persil nomor 02 – 10 dilakukan perhitungan dengan cara yang sama sehingga dari proses tersebut akan mendapatkan luas-rata-rata seperti tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Luas Rata-rata Bidang Persil dari proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan >10 GCP.

Nomor Bidang Persil	Luas (m ²)
1	319.13592
2	483.69434
3	296.55474
4	448.24654
5	543.55786
6	156.21512
7	199.99568
8	109.25514
9	78.92078
10	38.10266

Hasil luasan bidang persil pada tabel diatas adalah hasil rata-rata luasan yang ddidigitasi sebanyak 5 kali dengan menginterpretasi obyek persil yang terdapat pada foto mosaic UAV. Luasan terbesar adalah bidang nomor 5 yaitu 543.55786 m². Sedangkan luasan terkecil adalah bidang nomor 10 yaitu 38.10266 m².

IV.5.3. Beda Luas dari Proses Digitasi Foto *Mosaic* UAV dengan Pengukuran GPS Metode RTK.

Hasil perhitungan beda luas bidang persil antara data ukuran GPS metode RTK dengan proses digitasi foto *mosaic* UAV tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.12. Perhitungan Beda Luas Bidang Persil antara data ukuran GPS metode RTK dengan digitasi foto mosaik UAV menggunakan 6 GCP.

No.Bidang Persil	Luas Hasil Foto Mosaic UAV (m ²)	Luas Hasil GPS Metode RTK (m ²)	Beda Luas (m ²)
1	323.66192	324.38702	-0.7251
2	485.41502	483.6746	1.74042
3	301.59638	295.33368	6.2627
4	439.56026	444.8667	-5.30644
5	544.59758	548.68096	-4.08338
6	151.28916	154.4959	-3.20674
7	184.79218	194.69004	-9.89786
8	86.97412	112.44638	-25.47226
9	61.96258	78.14364	-16.18106
10	33.27706	38.0131	-4.73604
		Σ	-61.60576

Beda luas didapat dari rata-rata hasil digitasi foto mosaik UAV dan rata-rata dari hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Dengan menggunakan 6 GCP Jumlah beda luas sebesar 61.60576 m². Beda luas terbesar terdapat pada bidang nomor 8 dengan beda luas sebesar 25.47226 m². Sedangkan beda luas terkecil terdapat pada bidang nomor 1 yaitu 0.7251m².

Tabel 4.13. Perhitungan Beda Luas Bidang Persil antara data ukuran GPS metode RTK dengan digitasi foto mosaik UAV menggunakan 10 GCP.

No.Bidang Persil	Luas Hasil Foto Mosaic UAV (m ²)	Luas Hasil GPS Metode RTK (m ²)	Beda Luas (m ²)
1	319.3541	324.38702	-5.03292
2	483.97714	483.6746	0.30254
3	297.73838	295.33368	2.4047
4	446.21348	444.8667	1.34678
5	548.937	548.68096	0.25604
6	151.2496	154.4959	-3.2463
7	184.01102	194.69004	-10.67902
8	86.65656	112.44638	-25.78982
9	61.73678	78.14364	-16.40686
10	33.19004	38.0131	-4.82306
		Σ	-61.66792

Beda luas didapat dari rata-rata hasil digitasi foto mosaik UAV dan rata-rata dari hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Dengan menggunakan 10 GCP Jumlah beda luas sebesar 61.66792 m². Beda luas terbesar terdapat pada bidang nomor 8 dengan beda luas sebesar 25.78982 m². Sedangkan beda luas terkecil terdapat pada bidang nomor 5 yaitu 0.25604 m².

Tabel 4.14. Perhitungan Beda Luas Bidang Persil antara data ukuran GPS metode RTK dengan digitasi foto mosaik UAV menggunakan >10 GCP.

No.Bidang Persil	Luas Hasil Foto Mosaic UAV (m2)	Luas Hasil GPS Metode RTK (m2)	Beda Luas (m2)
1	319.13592	324.38702	-5.2511
2	483.69434	483.6746	0.01974
3	296.55474	295.33368	1.22106
4	448.24654	444.8667	3.37984
5	543.55786	548.68096	-5.1231
6	156.21512	154.4959	1.71922
7	199.99568	194.69004	5.30564
8	109.25514	112.44638	-3.19124
9	78.92078	78.14364	0.77714
10	38.10266	38.0131	0.08956
		Σ	-1.05324

Beda luas didapat dari rata-rata hasil digitasi foto mosaik UAV dan rata-rata dari hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Dengan menggunakan >10 GCP Jumlah beda luas sebesar 1.05324 m². Beda luas terbesar terdapat pada bidang nomor 7 dengan beda luas sebesar 5.30564 m². Sedangkan beda luas terkecil terdapat pada bidang nomor 2 yaitu 0.01974 m².

Terdapatnya perbedaan luas yang sangat signifikan pada bidang persil nomor 8 dan 9 pada penggunaan 6 dan 10 GCP disebabkan oleh kesalahan dalam proses pembuatan foto mosaik yang dilakukan secara otomatis, hal ini terbukti dari pengujian yang dilakukan terhadap luasan bidang persil nomor 8 dan 9 tanpa menggunakan mosaik seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15. Pengujian luasan bidang persil tanpa proses *mosaic*.

NOMOR BIDANG PERSIL	LUASTANPA PROSES MOSAIC (m ²)	UKURAN GPS METODE RTK (m ²)	SELISIH (m ²)
8	103.5479	112.44638	8.89848
9	71.0702	78.14364	7.07344
10	37.7182	38.0131	0.2949

IV.6. Uji Statistik

1. *Confidence interval* untuk luas rata-rata

Hasil perhitungan nilai *confidence interval* luas rata-rata hasil pengukuran dengan GPS metode RTK tersaji dalam tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16. Perhitungan *confidence interval* untuk luas rata-rata hasil pengukuran dengan GPS metode RTK.

No. Bidang	Luas rata2 GPS (m ²)	Simp. Baku (m ²)	Nilai Lower (m ²)	Nilai Upper (m ²)	Keterangan
1	324.38702	0.243709801	323.7104816	325.0635584	Normal
2	483.67460	0.278988754	482.9001272	484.4490728	Normal
3	295.33368	0.295126764	294.5144081	296.1529519	Normal
4	444.86670	0.156493259	444.4322747	445.3011253	Normal
5	548.68096	0.785696413	546.4998668	550.8620532	Normal
6	154.49590	0.203049267	153.9322352	155.0595648	Normal
7	194.69004	0.455004124	193.4269486	195.9531314	Normal
8	112.44638	0.222142673	111.8297119	113.0630481	Normal
9	78.14364	0.278052348	77.37176668	78.91551332	Normal
10	38.01310	0.281038796	37.2329363	38.7932637	Normal

Langkah perhitungan untuk menghitung *confidence interval* untuk bidang nomor

1 adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan perhitungan luas rata-rata setiap sampel bidang dan standar deviasinya.

2. Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *upper* dan *lower* sesuai dengan

$$\text{rumus } \bar{x} - t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} .$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } lower &= \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2},r} \cdot s_{\bar{x}} \\ &= 324.38702 - (2.776 \times 0.2437098) \\ &= 323.7104816 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } upper &= \bar{x} + t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} \\ &= 324.38702 + (2.776 \times 0.2437098) \\ &= 325.0635584 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nilai \bar{x} adalah nilai luas rata-rata bidang nomor 1, sedangkan nilai $s_{\bar{x}}$ adalah nilai simpangan baku luas rata-rata bidang nomor 1. $t_{\alpha/2,r}$ adalah nilai t pada tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai $r = 4$. Nilai r didapat dari banyaknya pengukuran dikurangi satu ($n-1$).

3. Nilai yang dihipotesiskan (μ) adalah nilai rata-rata luas bidang nomor 1 yaitu 324.38702.
4. Jika nilai yang dihipotesiskan berada diantara nilai *upper* dan *lower* maka tersebut terdistribusi normal.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *confidence interval* pada tabel 4.16 nilai luas rata-rata pengukuran dengan GPS metode RTK untuk semua sampel bidang tanah masih berada dalam rentang nilai batas bawah (*lower*) dan nilai batas atas (*upper*). Hal ini menunjukkan nilai luas rata-rata pengukuran dengan GPS metode RTK terdistribusi normal dan bebas dari kesalahan *blunder*. Karena semua

data telah terdistribusi normal, maka data luas pengukuran tersebut dapat digunakan dalam pengujian hipotesa uji *t-student*.

Hasil perhitungan nilai *confidence interval* luas rata-rata hasil digitasi foto *mosaic* UAV dengan berbagai jumlah GCP tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.17. Perhitungan *confidence interval* untuk luas rata-rata hasil digitasi foto *mosaic* UAV menggunakan 6 GCP.

No. Bidang	Luas rata2 UAV(m2)	Simp. Baku (m2)	Nilai Lower (m2)	Nilai Upper (m2)	Keterangan
1	323.66192	0.727742408	321.6417071	325.6821329	Normal
2	485.41502	0.878989984	482.9749438	487.8550962	Normal
3	301.59638	0.313205639	300.7269211	302.4658389	Normal
4	439.56026	0.722670999	437.5541253	441.5663947	Normal
5	544.59758	0.228927908	543.9620761	545.2330839	Normal
6	151.28916	0.900115055	148.7904406	153.7878794	Normal
7	184.79218	0.207714569	184.2155644	185.3687956	Normal
8	86.97412	0.118067383	86.64636494	87.30187506	Normal
9	61.96258	0.06818447	61.77329991	62.15186009	Normal
10	33.27706	0.10079054	32.99726546	33.55685454	Normal

Tabel 4.18. Perhitungan *confidence interval* untuk luas rata-rata hasil digitasi foto *mosaic* UAV menggunakan 10 GCP.

No. Bidang	Luas rata2 UAV(m2)	Simp. Baku (m2)	Nilai Lower (m2)	Nilai Upper (m2)	Keterangan
1	319.3541	0.724813486	317.3420178	321.3661822	Normal
2	483.97714	1.171788178	480.724256	487.230024	Normal
3	297.73838	0.260749855	297.0145384	298.4622216	Normal
4	446.21348	1.001167412	443.4342393	448.9927207	Normal
5	548.937	0.254200325	548.2313399	549.6426601	Normal
6	151.2496	0.998417841	148.4779921	154.0212079	Normal
7	184.01102	0.118529646	183.6819817	184.3400583	Normal
8	86.65656	0.242871587	85.98234847	87.33077153	Normal
9	61.73678	0.078937836	61.51764857	61.95591143	Normal
10	33.19004	0.055121348	33.03702314	33.34305686	Normal

Tabel 4.19. Perhitungan *confidence interval* untuk luas rata-rata hasil digitasi foto mosaik UAV menggunakan >10 GCP.

No. Bidang	Luas rata2 UAV(m2)	Simp. Baku (m2)	Nilai Lower (m2)	Nilai Upper (m2)	Keterangan
1	319.13592	0.575448757	317.5384743	320.7333657	Normal
2	483.69434	0.439550234	482.4741486	484.9145314	Normal
3	296.55474	0.4982655	295.171555	297.937925	Normal
4	448.24654	0.656635335	446.4237203	450.0693597	Normal
5	543.55786	0.242998833	542.8832952	544.2324248	Normal
6	156.21512	0.520887519	154.7691362	157.6611038	Normal
7	199.99568	0.245331627	199.3146394	200.6767206	Normal
8	109.25514	0.294918155	108.4364472	110.0738328	Normal
9	78.92078	0.299145486	78.09035213	79.75120787	Normal
10	38.10266	0.338323481	37.16347402	39.04184598	Normal

Langkah perhitungan untuk menghitung *confidence interval* pada tabel diatas adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan perhitungan luas rata-rata setiap sampel bidang dan standar deviasinya.
2. Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *upper* dan *lower* sesuai dengan rumus $\bar{x} - t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} < \mu < \bar{x} + t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}}$.

$$\begin{aligned} \text{Nilai lower} &= \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2},r} \cdot s_{\bar{x}} \\ &= \text{rerata luas} - (\text{nilai t tabel} \times \text{standar deviasi}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai upper} &= \bar{x} + t_{\alpha/2,r} \cdot s_{\bar{x}} \\ &= \text{rerata luas} + (\text{nilai t tabel} \times \text{standar deviasi}) \end{aligned}$$

Nilai \bar{x} adalah nilai luas rata-rata, sedangkan nilai $s_{\bar{x}}$ adalah nilai simpangan baku luas rata-rata. $t_{\alpha/2,r}$ adalah nilai t pada tabel dengan signifikansi

level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai $r = 4$. Nilai r didapat dari banyaknya pengukuran dikurangi satu ($n-1$).

3. Nilai yang dihipotesiskan (μ) adalah nilai rata-rata luas bidang bersangkutan.
4. Jika nilai yang dihipotesiskan berada diantara nilai *upper* dan *lower* maka tersebut terdistribusi normal.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *confidence interval* pada tabel 4.17, 4.18 dan 4.19 diatas, nilai luas rata-rata hasil digitasi foto mosaic menggunakan jumlah GCP yang berbeda untuk semua sampel bidang tanah masih berada dalam rentang nilai batas bawah (*lower*) dan nilai batas atas (*upper*). Hal ini menunjukkan nilai luas rata-rata hasil digitasi tersebut terdistribusi normal dan bebas dari kesalahan *blunder*. Karena semua data telah terdistribusi normal, maka data luas pengukuran tersebut dapat digunakan dalam pengujian hipotesa uji *t-student*.

2. *Confidence interval* simpangan baku luas

Hasil perhitungan nilai *confidence interval* simpangan baku hasil pengukuran GPS metode RTK tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.20. Perhitungan *confidence interval* untuk simpangan baku luas hasil pengukuran dengan GPS metode RTK.

No. Bidang	Simp. Baku (m ²)	Nilai Lower (m ²)	Nilai Upper (m ²)	Keterangan
1	0.243709801	0.146014531	0.700327085	Normal
2	0.278988754	0.167151309	0.801705063	Normal
3	0.295126764	0.17682012	0.848079421	Normal
4	0.156493259	0.093760242	0.449700699	Normal
5	0.785696413	0.470736479	2.2577856	Normal
6	0.203049267	0.121653473	0.583484543	Normal
7	0.455004124	0.272607888	1.307504709	Normal
8	0.222142673	0.133092958	0.638351556	Normal
9	0.278052348	0.166590277	0.799014194	Normal
10	0.281038796	0.168379556	0.807596085	Normal

Langkah perhitungan untuk menghitung *confidence interval* untuk simpangan baku bidang nomor 1 adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan perhitungan standar deviasi.
2. Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *upper* dan *lower* sesuai

dengan rumus
$$\sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{\alpha/2,r}}} < \sigma < \sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{1-\alpha/2,r}}}$$

Nilai *lower*
$$= \sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{\alpha/2,r}}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 (0.243709801)^2}{11.1433}}$$

$$= 0.146014531 \text{ m}^2$$

Nilai *upper*
$$= \sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{1-\alpha/2,r}}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 (0.243709801)^2}{0.4844}}$$

$$= 0.700327085 \text{ m}^2$$

Nilai $\chi_{\alpha/2,r}^2$ nilai *chi square* tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai $r = 4$. Nilai r didapat dari banyaknya pengukuran dikurangi satu ($n-1$). Nilai $\chi_{1-\alpha/2,r}^2$ adalah nilai *chi square* tabel dengan nilai 0.975 (1- 0.025) dan nilai $r = 4$. Sedangkan nilai s^2 adalah nilai simpangan baku luas rata-rata bidang nomor 1 yang dikuadratkan.

3. Nilai yang dihipotesiskan (σ) adalah nilai simpangan baku bidang nomor 1 yaitu 0.243709801.
4. Jika nilai yang dihipotesiskan berada diantara nilai *upper* dan *lower* maka tersebut terdistribusi normal.

Dari hasil perhitungan nilai *confidence interval* pada tabel 4.20 nilai simpangan baku pengukuran dengan GPS metode RTK untuk semua sampel bidang tanah masih berada dalam rentang nilai batas bawah (*lower*) dan nilai batas atas (*upper*). Hal ini menunjukkan nilai simpangan baku pengukuran tersebut terdistribusi normal dan bebas dari kesalahan *blunder*. Karena semua data telah terdistribusi normal, maka data simpangan baku pengukuran dengan GPS metode RTK dapat digunakan dalam pengujian hipotesa uji *chi square*.

Hasil perhitungan nilai *confidence interval* simpangan baku hasil digitasi foto mosaic dengan jumlah GCP berbeda tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.21. Perhitungan *confidence interval* untuk simpangan baku luas hasil digitasi foto mosaic menggunakan 6 GCP.

No. Bidang	Simp. Baku (m ²)	Nilai Lower (m ²)	Nilai Upper (m ²)	Keterangan
1	0.727742408	0.436014335	2.091248352	Normal
2	0.878989984	0.526631716	2.525875002	Normal
3	0.313205639	0.187651766	0.900031067	Normal
4	0.722670999	0.432975887	2.076675098	Normal
5	0.228927908	0.137158215	0.65784968	Normal
6	0.900115055	0.539288439	2.586580233	Normal
7	0.207714569	0.124448608	0.596890802	Normal
8	0.118067383	0.07073804	0.339279693	Normal
9	0.06818447	0.040851552	0.195935622	Normal
10	0.10079054	0.060386917	0.289632772	Normal

Tabel 4.22. Perhitungan *confidence interval* untuk simpangan baku luas hasil digitasi foto mosaic menggunakan 10 GCP.

No. Bidang	Simp. Baku (m ²)	Nilai Lower (m ²)	Nilai Upper (m ²)	Keterangan
1	0.724813486	0.434259522	2.082831772	Normal
2	1.171788178	0.702056713	3.367263017	Normal
3	0.260749855	0.156223787	0.749293568	Normal
4	1.001167412	0.599832219	2.876965363	Normal
5	0.254200325	0.152299748	0.730472766	Normal
6	0.998417841	0.59818486	2.869064166	Normal
7	0.118529646	0.071014997	0.340608056	Normal
8	0.242871587	0.14551233	0.697918387	Normal
9	0.078937836	0.047294246	0.226836609	Normal
10	0.055121348	0.033025007	0.158397294	Normal

Tabel 4.23. Perhitungan *confidence interval* untuk simpangan baku luas hasil digitasi foto mosaic menggunakan >10 GCP.

No. Bidang	Simp. Baku (m2)	Nilai Lower (m2)	Nilai Upper (m2)	Keterangan
1	0.575448757	0.344770216	1.653615692	Normal
2	0.439550234	0.263348955	1.263096244	Normal
3	0.4982655	0.298527196	1.431821059	Normal
4	0.656635335	0.393411756	1.886914308	Normal
5	0.242998833	0.145588567	0.698284042	Normal
6	0.520887519	0.312080789	1.496827934	Normal
7	0.245331627	0.14698622	0.704987581	Normal
8	0.294918155	0.176695135	0.847479958	Normal
9	0.299145486	0.179227868	0.859627663	Normal
10	0.338323481	0.202700689	0.972209968	Normal

Langkah perhitungan untuk menghitung *confidence interval* untuk simpangan baku dari proses digitasi foto mosaic dengan jumlah GCP berbeda adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan perhitungan standar deviasi.
2. Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *upper* dan *lower* sesuai

dengan rumus
$$\sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{\alpha/2, r}}} < \sigma < \sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{1-\alpha/2, r}}}$$

Nilai *lower*
$$= \sqrt{\frac{rs^2}{\chi^2_{\alpha/2, r}}}$$

$$= \sqrt{\frac{\text{jumlah pengukuran (simpangan baku)}^2}{\text{nilaipada tabel chi square}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai upper} &= \sqrt{\frac{r s^2}{\chi^2_{1-\alpha/2,r}}} \\ &= \sqrt{\frac{\text{jumlah pengukuran (simpangan baku)}^2}{\text{nilai pada tabel chi square}}} \end{aligned}$$

Nilai $\chi^2_{\alpha/2,r}$ nilai *chi square* tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai $r = 4$. Nilai r didapat dari banyaknya pengukuran dikurangi satu ($n-1$). Nilai $\chi^2_{1-\alpha/2,r}$ adalah nilai *chi square* tabel dengan nilai 0.975 ($1- 0.025$) dan nilai $r = 4$. Sedangkan nilai s^2 adalah nilai simpangan baku luas rata-rata bidang persil bersangkutan yang dikuadratkan.

3. Nilai yang dihipotesiskan (σ) adalah nilai simpangan baku bidang persil bersangkutan.
4. Jika nilai yang dihipotesiskan berada diantara nilai *upper* dan *lower* maka tersebut terdistribusi normal.

Dari hasil perhitungan nilai *confidence interval* pada tabel 4.21, 4.22, dan 4.23 diatas, nilai simpangan baku proses digitasi foto mosaic UAV dengan jumlah GCP yang berbeda untuk semua sampel bidang tanah masih berada dalam rentang nilai batas bawah (*lower*) dan nilai batas atas (*upper*). Hal ini menunjukkan nilai simpangan baku pengukuran tersebut terdistribusi normal dan bebas dari kesalahan *blunder*. Karena semua data telah terdistribusi normal, maka data simpangan baku proses digitasi tersebut dapat digunakan dalam pengujian hipotesa uji *chi square*.

3. Uji hipotesa Luas dari Proses Digitasi Foto *Mosaic* UAV dengan Luas Hasil Pengukuran GPS metode RTK.

Hasil perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaik UAV dengan nilai yang dihipotesakan (μ_0) adalah nilai luas hasil pengukuran dengan GPS metode RTK tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.24. Perhitungan Uji Statistik Luas Proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan 6 GCP dengan luas dari pengukuran GPS metode RTK.

No. bidang	Luas dengan GPS RTK (m ²) (μ_0)	Luas dengan digitasi UAV (m ²) (x)	simpangan baku UAV (m ²)	x- μ_0 (m ²)	T hitung absolut	keterangan
1	324.38702	323.66192	0.331141272	-0.7251	2.1897	Diterima
2	483.6746	485.41502	0.193204408	1.7404	9.0082	Ditolak
3	295.33368	301.59638	0.248268508	6.2627	25.2255	Ditolak
4	444.8667	439.56026	0.431169963	-5.3064	12.3071	Ditolak
5	548.68096	544.59758	0.059048433	-4.0834	69.1531	Ditolak
6	154.4959	151.28916	0.271323807	-3.2067	11.8189	Ditolak
7	194.69004	184.79218	0.060187607	-9.8979	164.4501	Ditolak
8	112.44638	86.97412	0.086976718	-25.4723	292.8630	Ditolak
9	78.14364	61.96258	0.089488022	-16.1811	180.8182	Ditolak
10	38.0131	33.27706	0.114462778	-4.7360	41.3762	Ditolak

Perhitungan uji statistik luas hasil proses digitasi foto mosaik UAV dengan nilai acuan (μ_0) adalah luas hasil pengukuran GPS metode RTK.

Nilai t hitung absolut akan ditolak jika hasil hitunganya $|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

Nilai $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ nilai t pada tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai r =

9. Nilai r didapat dari banyaknya bidang dikurangi satu (n-1). Didapatkan nilai

2.262 dari tabel t. Nilai t hitung absolut akan ditolak jika nilai t hitung lebih dari atau sama dengan 2.262.

Perhitungan uji *t student* untuk nilai luasan tersebut dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% pada luas bidang tanah dengan nilai yang dihipotesiskan (μ_0) adalah luasan hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Uji tersebut dilaksanakan pada 10 sampel bidang tanah ($n = 10$) dengan nilai *t-tabel* sebesar 2.262. Hasilnya 90% menolak H_0 dan menerima H_1 yang berarti ada perbedaan nilai luasan yang signifikan pada pengukuran dengan UAV dengan nilai acuan pengukuran dengan GPS metode RTK. terdapatnya perbedaan luasan yang sangat signifikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kesalahan pada proses digitasi yang menggunakan kemampuan interpretasi secara visual terhadap batas persil pada foto mosaic UAV tersebut, tinggi terbang wahana UAV yang tidak konsisten, perubahan posisi wahana UAV karena gerakan memutar dan berbelok sehingga menghasilkan foto udara yang tegak dan foto udara yang miring, sementara dalam proses pembuatan *mosaic* dengan *software* ICE dilakukan secara otomatis hanya berdasarkan warna foto yang *matching* atau ukuran pikselnya sama, sehingga kondisi topografi tanah yang tinggi dan rendah menjadi terabaikan.

Tabel 4.25. Perhitungan Uji Statistik Luas Proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan 10 GCP dengan luas dari pengukuran GPS metode RTK.

No. bidang	Luas dengan GPS RTK (m ²) (μ_0)	Luas dengan digitasi UAV (m ²) (x)	simpangan baku UAV (m ²)	x- μ_0 (m ²)	T hitung absolut	keterangan
1	324.38702	319.3541	0.331141272	-5.0329	15.1987	Ditolak
2	483.6746	483.97714	0.193204408	0.3025	1.5659	Diterima
3	295.33368	297.73838	0.248268508	2.4047	9.6859	Ditolak
4	444.8667	446.21348	0.431169963	1.3468	3.1235	Ditolak
5	548.68096	548.937	0.059048433	0.2560	4.3361	Ditolak
6	154.4959	151.2496	0.271323807	-3.2463	11.9647	Ditolak
7	194.69004	184.01102	0.060187607	-10.6790	177.4289	Ditolak
8	112.44638	86.65656	0.086976718	-25.7898	296.5141	Ditolak
9	78.14364	61.73678	0.089488022	-16.4069	183.3414	Ditolak
10	38.0131	33.19004	0.114462778	-4.8231	42.1365	Ditolak

Perhitungan uji statistik luas hasil proses digitasi foto mosaik UAV dengan nilai acuan (μ_0) adalah luas hasil pengukuran GPS metode RTK.

Nilai t hitung absolut akan ditolak jika hasil hitunganya $|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

Nilai $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ nilai t pada tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai r = 9. Nilai r didapat dari banyaknya bidang dikurangi satu (n-1). Didapatkan nilai 2.262 dari tabel t. Nilai t hitung absolut akan ditolak jika nilai t hitung lebih dari atau sama dengan 2.262.

Perhitungan uji *t student* untuk nilai luasan tersebut dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% pada luas bidang tanah dengan nilai yang dihipotesiskan (μ_0) adalah luasan hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Uji tersebut dilaksanakan pada 10 sampel bidang tanah (n = 10) dengan nilai *t-tabel*

sebesar 2.262. Hasilnya 90% menolak H_0 dan menerima H_1 yang berarti ada perbedaan nilai luasan yang signifikan pada pengukuran dengan UAV dengan nilai acuan pengukuran dengan GPS metode RTK. terdapatnya perbedaan luasan yang sangat signifikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kesalahan pada proses digitasi yang menggunakan kemampuan interpretasi secara visual terhadap batas persil pada foto mosaic UAV tersebut, tinggi terbang wahana UAV yang tidak konsisten, perubahan posisi wahana UAV karena gerakan memutar dan berbelok sehingga menghasilkan foto udara yang tegak dan foto udara yang miring, sementara dalam proses pembuatan *mosaic* dengan *software* ICE dilakukan secara otomatis hanya berdasarkan warna foto yang *matching* atau ukuran pikselnya sama, sehingga kondisi topografi tanah yang tinggi dan rendah menjadi terabaikan.

Tabel 4.26. Perhitungan Uji Statistik Luas Proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan >10 GCP dengan luas dari pengukuran GPS metode RTK.

No. bidang	Luas dengan GPS RTK (m ²) (μ_0)	Luas dengan digitasi UAV (m ²) (x)	simpangan baku UAV (m ²)	$x - \mu_0$ (m ²)	T hitung absolut	keterangan
1	324.38702	319.13592	0.575448757	-5.2511	9.1252	Ditolak
2	483.6746	483.69434	0.439550234	0.0197	0.0449	Diterima
3	295.33368	296.55474	0.4982655	1.2211	2.4506	Ditolak
4	444.8667	448.24654	0.656635335	3.3798	5.1472	Ditolak
5	548.68096	543.55786	0.242998833	-5.1231	21.0828	Ditolak
6	154.4959	156.21512	0.520887519	1.7192	3.3006	Ditolak
7	194.69004	199.99568	0.245331627	5.3056	21.6264	Ditolak
8	112.44638	109.25514	0.294918155	-3.1912	10.8208	Ditolak
9	78.14364	78.92078	0.299145486	0.7771	2.5979	Ditolak
10	38.0131	38.10266	0.338323481	0.0896	0.2647	Diterima

Perhitungan uji statistik luas hasil proses digitasi foto mosaik UAV dengan nilai acuan (μ_0) adalah luas hasil pengukuran GPS metode RTK.

Nilai t hitung absolut akan ditolak jika hasil hitunganya $|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

Nilai $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ nilai t pada tabel dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai $r = 9$. Nilai r didapat dari banyaknya bidang dikurangi satu ($n-1$). Didapatkan nilai 2.262 dari tabel t . Nilai t hitung absolut akan ditolak jika nilai t hitung lebih dari atau sama dengan 2.262.

Perhitungan uji *t student* untuk nilai luasan tersebut dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% pada luas bidang tanah dengan nilai yang dihipotesiskan (μ_0) adalah luasan hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Uji tersebut dilaksanakan pada 10 sampel bidang tanah ($n = 10$) dengan nilai *t-tabel* sebesar 2.262. Hasilnya 80% menolak H_0 dan menerima H_1 yang berarti ada perbedaan nilai luasan yang signifikan pada pengukuran dengan UAV dengan nilai acuan pengukuran dengan GPS metode RTK. terdapatnya perbedaan luasan yang sangat signifikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kesalahan pada proses digitasi yang menggunakan kemampuan interpretasi secara visual terhadap batas persil pada foto mosaik UAV tersebut, tinggi terbang wahana UAV yang tidak konsisten, perubahan posisi wahana UAV karena gerakan memutar dan berbelok sehingga menghasilkan foto udara yang tegak dan foto udara yang miring, sementara dalam proses pembuatan *mosaic* dengan *software* ICE dilakukan secara otomatis hanya berdasarkan warna foto yang *matching* atau

ukuran pikselnya sama, sehingga kondisi topografi tanah yang tinggi dan rendah menjadi terabaikan.

Uji hipotesa simpangan baku dilakukan dengan *chi square*. Hasil uji hipotesa simpangan baku proses digitasi foto mosaic UAV dengan nilai yang dihipotesakan (μ_0) adalah simpangan baku hasil pengukuran GPS metode RTK tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.27. Perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan 6 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

No. Bidang Persil	Simpangan baku RTK (m ²) (σ_0)	Simpangan Baku UAV (m ²) (s)	$\frac{r s^2}{\sigma_0^2}$	Keterangan
1	0.243709801	0.727742408	35.66722887	Ditolak
2	0.278988754	0.878989984	39.70584553	Ditolak
3	0.295126764	0.313205639	4.50507414	Diterima
4	0.156493259	0.722670999	85.30018579	Ditolak
5	0.785696413	0.228927908	0.33958456	Ditolak
6	0.203049267	0.900115055	78.60554607	Ditolak
7	0.455004124	0.207714569	0.83361062	Ditolak
8	0.222142673	0.118067383	1.12994130	Ditolak
9	0.278052348	0.06818447	0.24053474	Ditolak
10	0.281038796	0.10079054	0.51447821	Ditolak

Tabel 4.28. Perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan 10 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

No. Bidang Persil	Simpangan baku RTK (m2) (σ_0)	Simpangan Baku UAV (m2) (s)	$\frac{r s^2}{\sigma_0^2}$	Keterangan
1	0.243709801	0.724813486	35.38070912	Ditolak
2	0.278988754	1.171788178	70.56426463	Ditolak
3	0.295126764	0.260749855	3.12241734	Diterima
4	0.156493259	1.001167412	163.71261038	Ditolak
5	0.785696413	0.254200325	0.41869970	Ditolak
6	0.203049267	0.998417841	96.71232037	Ditolak
7	0.455004124	0.118529646	0.27144591	Ditolak
8	0.222142673	0.242871587	4.78133782	Diterima
9	0.278052348	0.078937836	0.32238683	Ditolak
10	0.281038796	0.055121348	0.15387466	Ditolak

Tabel 4.29. Perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan >10 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

No. Bidang Persil	Simpangan baku RTK (m2) (σ_0)	Simpangan Baku UAV (m2) (s)	$\frac{r s^2}{\sigma_0^2}$	Keterangan
1	0.243709801	0.575448757	22.30115287	Ditolak
2	0.278988754	0.439550234	9.92895693	Diterima
3	0.295126764	0.4982655	11.40156409	Diterima
4	0.156493259	0.656635335	70.42343784	Ditolak
5	0.785696413	0.242998833	0.38261221	Ditolak
6	0.203049267	0.520887519	26.32358525	Ditolak
7	0.455004124	0.245331627	1.16288402	Ditolak
8	0.222142673	0.294918155	7.05016079	Diterima
9	0.278052348	0.299145486	4.62990167	Diterima
10	0.281038796	0.338323481	5.79684543	Diterima

Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *upper* dan *lower* sesuai

dengan rumus $\chi_{\alpha/2,r}^2 < \frac{r s^2}{\sigma_0^2} < \chi_{1-\alpha/2,r}^2$

$$\begin{aligned}\text{Nilai lower} &= \chi_{\alpha/2, r}^2 \\ &= 2.7004\end{aligned}$$

Nilai lower didapat dari tabel *chi square* dengan signifikansi level 0.025 (0.05 : 2) dan nilai $r = 9$.

$$\begin{aligned}\text{Nilai upper} &= \chi_{1-\alpha/2, r}^2 \\ &= 19.0228\end{aligned}$$

Nilai upper adalah nilai *chi square* tabel dengan nilai 0.975 (1- 0.025) dan nilai $r = 9$.

Jika nilai $\frac{r s^2}{\sigma_0^2}$ berada di rentang antara nilai *upper* dan *lower* maka H_0 diterima. Perhitungan uji *chi square* untuk nilai simpangan baku tersebut dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% pada simpangan baku luas bidang tanah dengan nilai yang dihipotesiskan (μ_0) adalah simpangan baku luasan hasil pengukuran dengan GPS metode RTK. Uji tersebut dilaksanakan pada 10 sampel bidang tanah ($n = 10$). Hasilnya untuk proses digitasi foto mosaic menggunakan 6 GCP 90% menolak H_0 dan menerima H_1 . Untuk proses digitasi foto mosaic menggunakan 10 GCP 90% menolak H_0 dan menerima H_1 . Untuk proses digitasi foto mosaic menggunakan >10 GCP 50% menolak H_0 dan menerima H_1 . Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan nilai simpangan baku pada digitasi foto mosaic UAV dengan nilai acuan pengukuran dengan GPS metode RTK.

4. Uji Hipotesa Beda Luas Proses Digitasi Foto Mosaic UAV dengan

Pengukuran GPS metode RTK.

Uji hipotesa beda luas proses digitasi foto mosaic UAV dengan pengukuran GPS metode RTK tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 4.30. Perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaic UAV menggunakan 6 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

No. bidang	Luas dengan GPS Metode RTK (m ²)	Luas dengan Digitasi Foto UAV(m ²)	Beda luas (ΔL) (m ²)	Beda luas (ΔL) Absolut (m ²)	(ΔL absolut) ² (m ²)	ΔL-AL rata2 (m ²)	(ΔL-AL rata2) ² (m ²)
1	324.3870	323.6619	0.7251	0.7251	0.5258	-5.4355	29.5444
2	483.6746	485.4150	-1.7404	1.7404	3.0291	-4.4202	19.5378
3	295.3337	301.5964	-6.2627	6.2627	39.2214	0.1021	0.0104
4	444.8667	439.5603	5.3064	5.3064	28.1583	-0.8541	0.7295
5	548.6810	544.5976	4.0834	4.0834	16.6740	-2.0772	4.3147
6	154.4959	151.2892	3.2067	3.2067	10.2832	-2.9538	8.7251
7	194.6900	184.7922	9.8979	9.8979	97.9676	3.7373	13.9673
8	112.4464	86.9741	25.4723	25.4723	648.8360	19.3117	372.9411
9	78.1436	61.9626	16.1811	16.1811	261.8267	10.0205	100.4101
10	38.0131	33.2771	4.7360	4.7360	22.4301	-1.4245	2.0293
	Rata-rata Beda Luas =		6.1606		1128.9522	Σ =	552.2099

Dari perhitungan tersebut didapat nilai simpangan baku sebesar 7.833048785 m. Rata-rata beda luas adalah 6.160576 m². Nilai *t-tabel* dengan tingkat kepercayaan 95% dan banyaknya sampel (n) adalah 10 sampel bidang tanah sebesar 2.262. Nilai t hitungnya adalah

$$T = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{s_{\bar{x}}} = \frac{(6.160576 - 1)}{7.833048785} = 2.083374513.$$

H_0 ditolak jika nilai $|T| \geq t_{tabel}$. Berdasarkan hasil pengujian maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan luasan yang signifikan antara proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan 6 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

Tabel 4.31. Perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan 10 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

No. bidang	Luas dengan GPS Metode RTK (m ²)	Luas dengan Digitasi Foto UAV(m ²)	Beda luas (ΔL) (m ²)	Beda luas (ΔL) Absolut (m ²)	(ΔL absolut) ² (m ²)	ΔL-AL rata2 (m ²)	(ΔL-AL rata2) ² (m ²)
1	324.3870	319.3541	5.0329	5.0329	25.3303	-1.1339	1.2857
2	483.6746	483.9771	-0.3025	0.3025	0.0915	-5.8643	34.3895
3	295.3337	297.7384	-2.4047	2.4047	5.7826	-3.7621	14.1533
4	444.8667	446.2135	-1.3468	1.3468	1.8138	-4.8200	23.2325
5	548.6810	548.9370	-0.2560	0.2560	0.0656	-5.9108	34.9370
6	154.4959	151.2496	3.2463	3.2463	10.5385	-2.9205	8.5293
7	194.6900	184.0110	10.6790	10.6790	114.0415	4.5122	20.3602
8	112.4464	86.6566	25.7898	25.7898	665.1148	19.6230	385.0632
9	78.1436	61.7368	16.4069	16.4069	269.1851	10.2401	104.8590
10	38.0131	33.1900	4.8231	4.8231	23.2619	-1.3437	1.8056
	Rata-rata Beda Luas =		6.1668		1115.2255	Σ =	628.6153

Dari perhitungan tersebut didapat nilai simpangan baku sebesar 8.357400377 m. Rata-rata beda luas adalah 6.166792 m². Nilai *t-tabel* dengan tingkat kepercayaan 95% dan banyaknya sampel (n) adalah 10 sampel bidang tanah sebesar 2.262. Nilai t hitungnya adalah

$$T = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{s_{\bar{x}}} = \frac{(6.166792 - 1)}{8.357400377} = 1.955013542$$

H_0 ditolak jika nilai $|T| \geq t_{\text{tabel}}$. Berdasarkan hasil pengujian maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan luasan yang signifikan antara proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan 10 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

Tabel 4.32. Perhitungan uji hipotesa luas proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan >10 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

No. bidang	Luas dengan GPS Metode RTK (m ²)	Luas dengan Digitasi Foto UAV(m ²)	Beda luas (ΔL) (m ²)	Beda luas (ΔL) Absolut (m ²)	(ΔL absolut) ² (m ²)	ΔL-AL rata2 (m ²)	(ΔL-AL rata2) ² (m ²)
1	324.3870	319.1359	5.2511	5.2511	27.5741	5.1458	26.4790
2	483.6746	483.6943	-0.0197	0.0197	0.0004	-0.0856	0.0073
3	295.3337	296.5547	-1.2211	1.2211	1.4910	1.1157	1.2449
4	444.8667	448.2465	-3.3798	3.3798	11.4233	3.2745	10.7225
5	548.6810	543.5579	5.1231	5.1231	26.2462	5.0178	25.1781
6	154.4959	156.2151	-1.7192	1.7192	2.9557	1.6139	2.6047
7	194.6900	199.9957	-5.3056	5.3056	28.1498	5.2003	27.0433
8	112.4464	109.2551	3.1912	3.1912	10.1840	3.0859	9.5229
9	78.1436	78.9208	-0.7771	0.7771	0.6039	0.6718	0.4513
10	38.0131	38.1027	-0.0896	0.0896	0.0080	-0.0158	0.0002
	Rata-rata Beda Luas =		0.1053		108.6364	Σ =	103.2541

Dari perhitungan tersebut didapat nilai simpangan baku sebesar 3.387134855 m. Rata-rata beda luas adalah 0.1053 m². Nilai *t-tabel* dengan tingkat kepercayaan 95% dan banyaknya sampel (n) adalah 10 sampel bidang tanah sebesar 2.262. Nilai t hitungnya adalah

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{s_{\bar{x}}} = \frac{(0.1053 - 1)}{3.387134855} = -0.83528234$$

H_0 ditolak jika nilai $|T| \geq t_{\text{tabel}}$. Berdasarkan hasil pengujian maka H_0 diterima karena nilai t hitung lebih kecil dari nilai t tabel. Hal ini mengindikasikan

bahwa tidak ada perbedaan luasan yang signifikan antara proses digitasi foto mosaik UAV menggunakan >10 GCP dengan pengukuran GPS metode RTK.

Dari proses perhitungan tabel 4.29 dan 4.30 diatas terlihat bahwa jumlah rata-rata beda luas menggunakan 6 GCP lebih kecil dari jumlah rata-rata beda luas menggunakan 10 GCP, hal ini terjadi karena kesalahan pada proses digitasi menggunakan 10 GCP lebih besar dari kesalahan proses digitasi menggunakan 6 GCP.

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan penulis, dapat disimpulkan:

1. Semakin banyak jumlah GCP yang digunakan dalam melakukan *Georeferensi/Rektifikasi* terhadap Foto *Mosaic* UAV maka hasil *Mosaic* lebih presisi ditandai dengan jumlah RMSE yang lebih kecil.
2. Penggunaan metode penentuan luas yang menggunakan kemampuan interpretasi secara visual dengan mendigitasi beresiko besar melakukan kesalahan, hal ini ditandai dengan hasil rata-rata beda luas menggunakan 6 GCP lebih kecil lebih kecil dari rata-rata beda luas menggunakan 10 GCP.
3. Pengujian normalitas data berdasarkan uji *confidence intervals* mendapatkan kesimpulan bahwa semua data proses digitasi Foto *Mosaic* UAV dan Pengukuran GPS Metode RTK terdistribusi normal yang artinya bebas dari kesalahan *blunder*.
4. Pengujian hipotesis berdasarkan pengujian statistik luasan yang didigitasi terhadap foto mosaic dengan acuan pengukuran GPS Metode RTK dalam tingkat kepercayaan 95% mendapatkan kesimpulan bahwa Untuk proses digitasi foto mosaic menggunakan 6 GCP 90% menolak H_0 , menggunakan 10 GCP 90% menolak H_0 , dan menggunakan >10 GCP 80% menolak H_0 . Sehingga dapat dikatakan bahwa metode yang digunakan oleh penulis tidak layak dilakukan dalam menentukan luas bidang persil

yang membutuhkan ketelitian tinggi, karena terdapatnya perbedaan luasan yang sangat signifikan.

5. faktor-faktor yang menyebabkan terdapatnya perbedaan luas yang sangat signifikan antara proses digitasi foto mosaik UAV dengan Pengukuran GPS Metode RTK adalah

- ✓ kesalahan pada saat melakukan proses digitasi, identifikasi batas persil yang menggunakan kemampuan interpretasi secara visual pada foto mosaik UAV.
- ✓ faktor tinggi terbang wahana UAV yang tidak konsisten.
- ✓ perubahan posisi wahana UAV karena gerakan memutar dan berbelok sehingga menghasilkan foto udara yang tegak dan foto udara yang miring, sementara dalam proses pembuatan *mosaic* dengan *software* ICE dilakukan secara otomatis hanya berdasarkan warna foto yang *matching*, sehingga kondisi topografi tanah yang tinggi dan rendah menjadi terabaikan.
- ✓ kesalahan pada proses melakukan rektifikasi pada saat menklik titik GCP yang tidak center.

6. Perbedaan luas bidang persil antara proses digitasi foto *mosaic* UAV dan pengukuran dengan GPS Metode RTK besarnya berkisar antara 0.7251 m²-25.47226 m² untuk penggunaan 6 GCP, 0.30254 m²- 25.78982 m² untuk penggunaan 10 GCP, dan 0.01974m²-5.30564 m² untuk penggunaan >10 GCP.

V.2. Saran

- 1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode berbeda dalam pengkajian wahana UAV dalam menentukan batas persil.**
- 2. Pengupayaan penelitian lebih lanjut dalam hasil pemotretan udara *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) terutama dalam cakupan area yang luas dan perbedaan tinggi terbang pemotretan.**

Daftar Pustaka

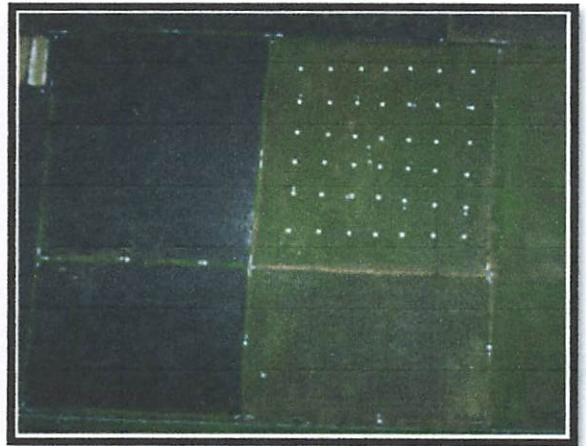
- Abidin, H.Z.,2007, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Cetakan ke-3,PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Affriani, Asri Ria. 2014. *Kajian Penggunaan GNSS CORS RTK Untuk Penentuan Luas Bidang Guna Mendukung Proses Sertifikasi Tanah*, Institi Teknologi Nasional Malang, Malang.
- Apriandi, Ryian. 2014. *Studi Kualitas Hasil Pemotretan Foto Udara Unmanned Vehicle (UAV) Menggunakan Metode Space Intersection Pada Small Format Aerial Photogrammetry (SFAP)*, Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.
- Basuki, Slamet, 2006. *Ilmu Ukur Tanah*, Cetakan Pertama, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Badan Standar Nasional (BSN). 2002. *Jaring Kontrol Horisontal*, SNI 19-6724.
- Brinker, Russel C, 1986. *Dasar-dasar Pengukuran Tanah (Surveying)*, Edisi ketujuh jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- Dinis. 2013. *Pembuatan Mosaic Bergeoreferensi dari Pemotretan UAV dengan Menggunakan Software Open Source Ossid dan Software Microsoft Research Image Composite Editor*. Skripsi. Institut Teknologi Nasional. Malang
- Frick, Heinz, 1979. *Ilmu dan Alat Ukur Tanah*, Kanisius, Yogyakarta.
- Gracia. 2013. *Pembuatan Mosaic dari Pemotretan UAV dengan Menggunakan Open Source Terraview 4.2.1*. Skripsi. Institut Teknologi Nasional. Malang.
- Kariyono. 2013. *Rekonstruksi Batas Bidang Tanah menggunakan JRSP*. Skripsi. Badan Pertahanan Nasional Republik Indonesia Sekolah Tinggi Pertanian Nasional. Yogyakarta.
- Ligterink, G.H, 1987. *Dasar-dasar Fotogrametri Interpretasi Foto Udara*, UI-Press, Jakarta.

- Nugroho, Danil Adi. 2003. *Pembuatan Model Permukaan Digital dari Sumber Citra Aster secara Semi Otomatis. Skripsi*. Universitas Gadjah Mada (UGM). Yogyakarta.
- Supranto. Johannes. 2001. *Statistika Teori dan Aplikasi*. edisi ke-6 jilid 2. Erlangga, Jakarta
- Sunantyo, T. Aris, 1999. *Pengantar Survei Pengamatan Satelit Global Positioning Sistem*, Diklat bahan ajar Jurusan Teknik Geodesi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Takasaki, Masayoshi, dkk. Dalam Ir. M. Yusuf Gayo, dkk.1983. *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wihasti, Irene Septifa. 2013. *Pengaruh Jarak Pemotretan terhadap Ketelitian Koordinat Titik Cek pada Teknik Fotogrametri Jarak Dekat*. Skripsi Sarjana (S-1) Universitas Gadjah Mada (UGM).
- Wongsocitro, Sutomo, 1974. *Ilmu Ukur Tanah*, Cetakan ke-14, Kanisius, Yogyakarta.
- Wongsocitro, Sutomo, 1980. *Ilmu Ukur Tanah*, Kanisius, Yogyakarta.
- Realminers. 2010. (<http://www.realminers.com/2010/11/eksplorasi-penambangan-di-angkasa.html>). Diakses tanggal 11 oktober 2013.
- Wordpres. 2013. (<http://aerialindonesia.wordpress.com/2013/06/14/sekilas-tentang-foto-udara-dan-aerial-sinematografi/>). Diakses tanggal 16 oktober 2013.
- Wikipedia. 2013. (http://id.wikipedia.org/wiki/Pesawat_tanpa_awak). Diakses tanggal 16 oktober 2013.
- Wordpres. 2012. (<http://surveyoryoga.wordpress.com/2012/12/28/real-time-kinematic-rtk-positioning-dan-cors/>) diakses tanggal 19 november 2013.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Data Foto Pemotretan UAV



LAMPIRAN B

DATA KOORDINAT TITIK KONTROL

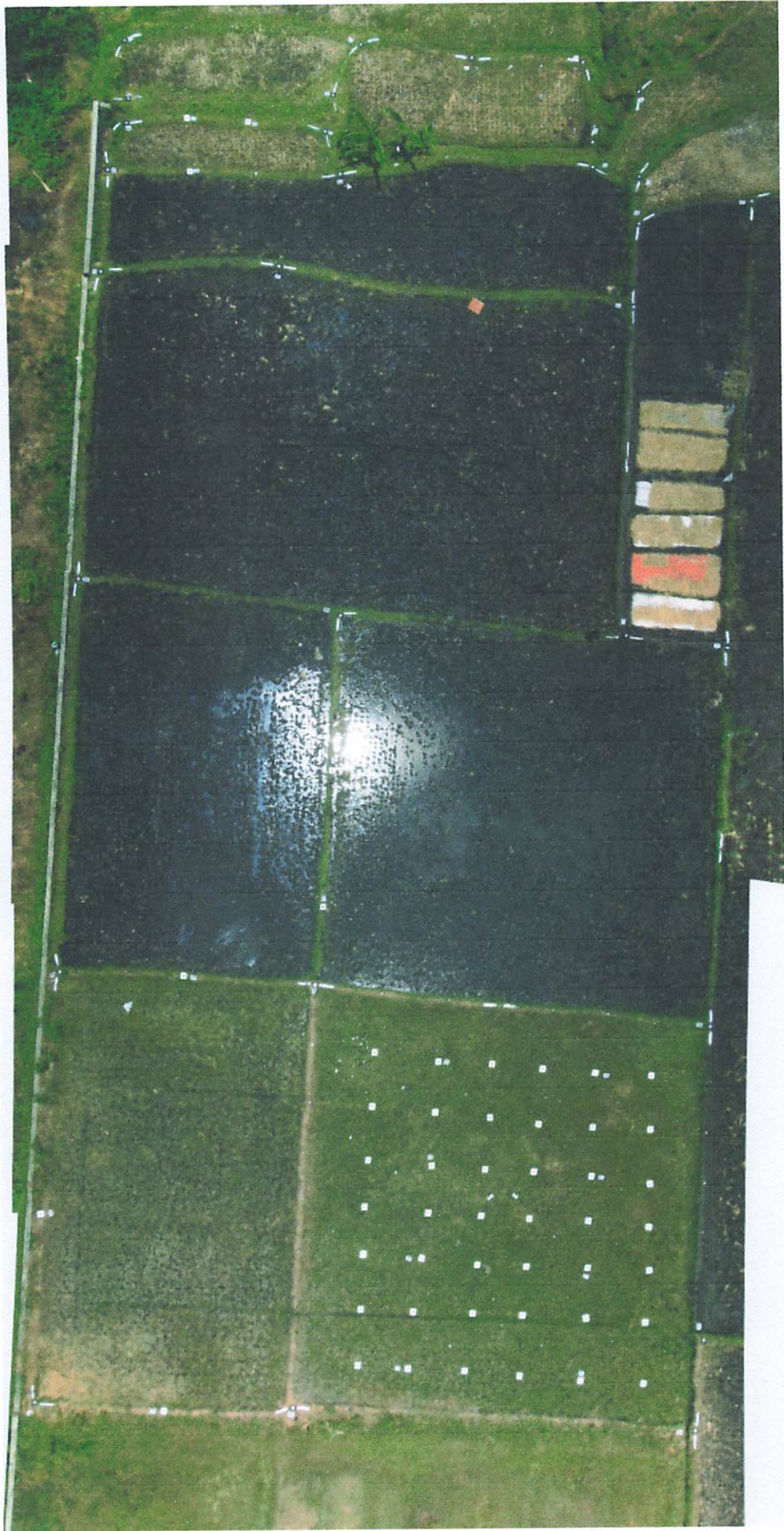
(GCP)

Nomor Titik	Koordinat 2D	
	X	Y
01	680007.16	9124579.19
02	679995.90	9124587.03
03	679978.37	9124600.00
04	679975.32	9124596.18
05	679965.95	9124582.07
06	679953.83	9124564.92
07	679938.60	9124544.59
08	679958.32	9124561.36
09	679947.86	9124546.07
10	679945.29	9124542.21
11	679943.39	9124540.02
12	679940.15	9124535.69
13	679943.40	9124536.59
14	679941.18	9124532.17
15	679946.73	9124528.52
16	679982.90	9124568.46
17	679970.96	9124552.04
18	679957.64	9124531.09
19	679956.83	9124528.37
20	679955.13	9124526.32
21	679951.83	9124524.42
22	679963.34	9124533.89
23	679964.72	9124526.65
24	679960.27	9124525.64
25	679963.10	9124523.69
26	679963.72	9124516.99
27	679965.29	9124520.10
28	679966.25	9124522.11
29	679968.53	9124524.15
30	679971.86	9124529.08
31	679981.89	9124542.89
32	679993.92	9124560.42

LAMPIRAN C

Hasil Mosaic Foto UAV Pada *Software Image Composite*

Editor (ICE)



LAMPIRAN D

**Hasil Mosaic Foto *Tergeoreferensi/Terrektifikasi* Pada
*Software Global Mapper.***

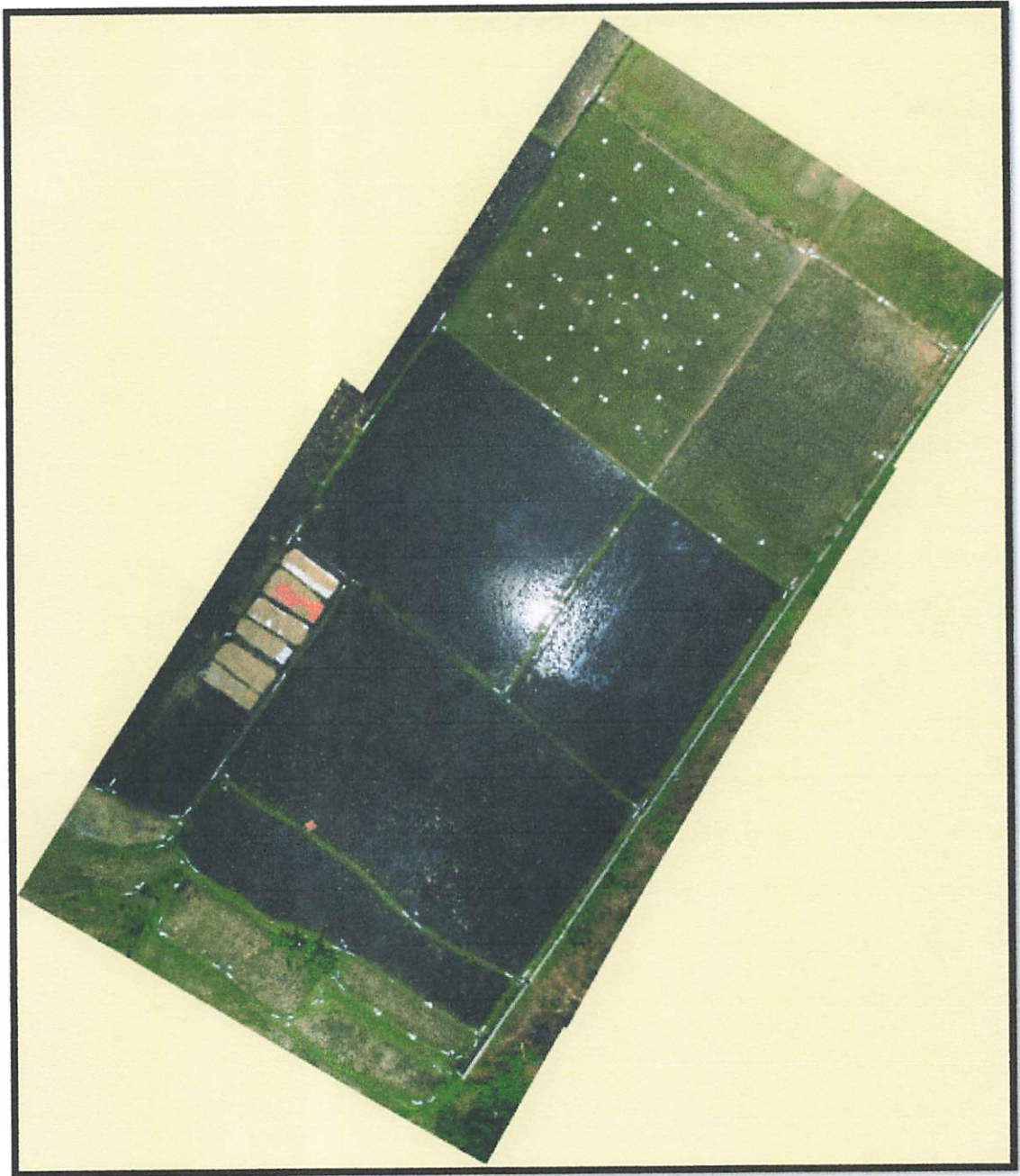


Foto mosaic tergeoreferencing menggunakan 6 GCP

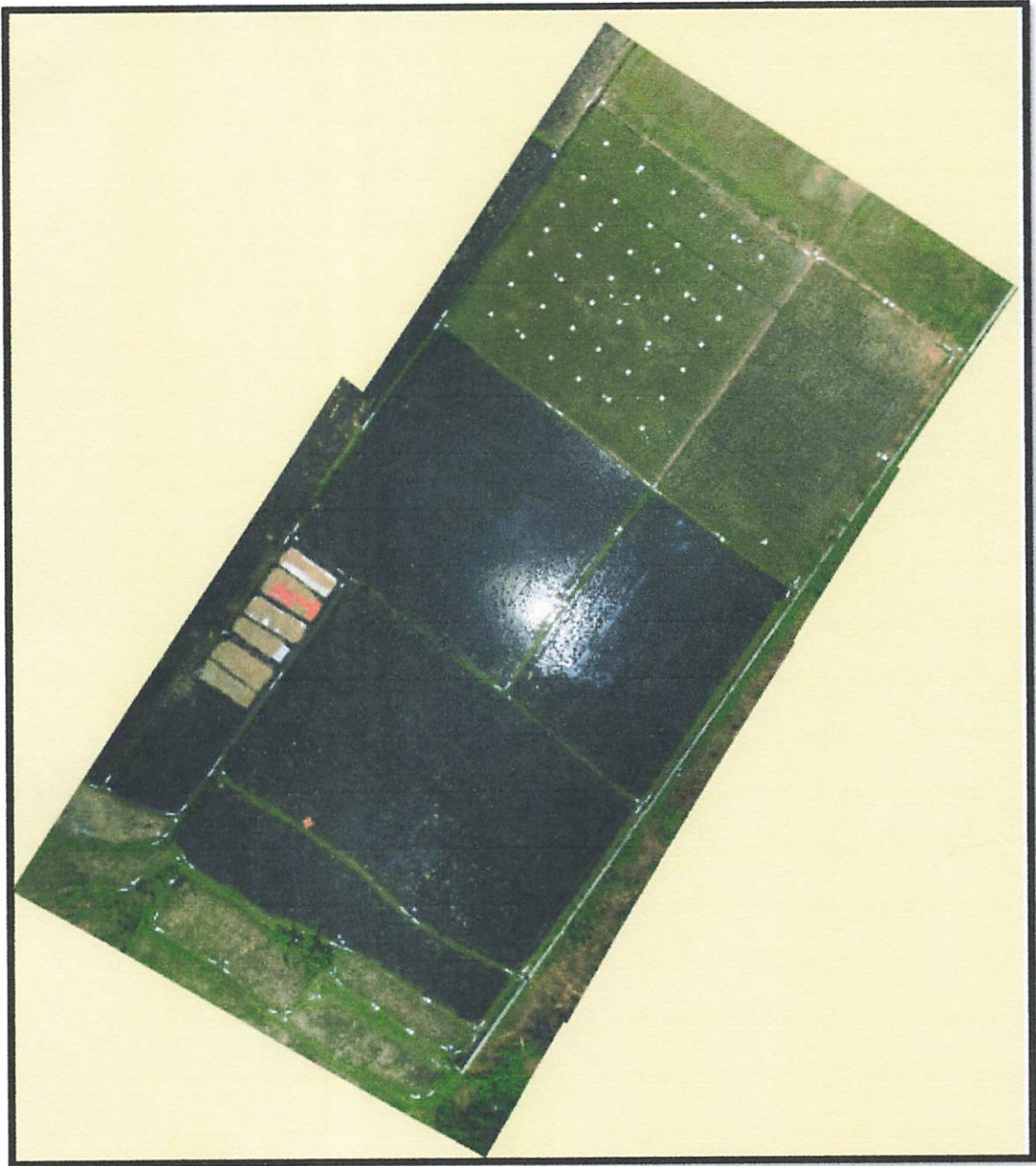


foto mosaic tergeoreferencing menggunakan 10 GCP

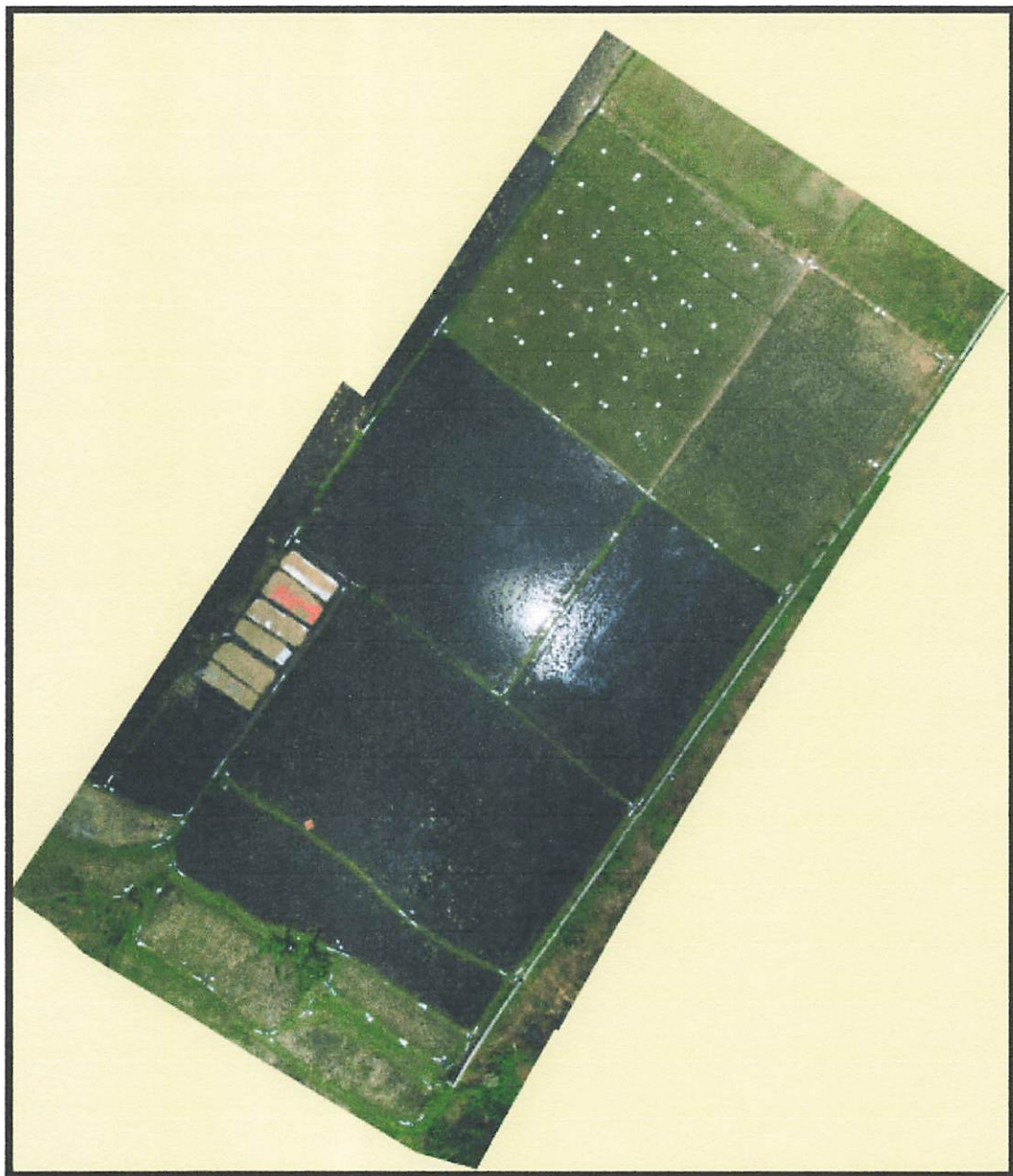
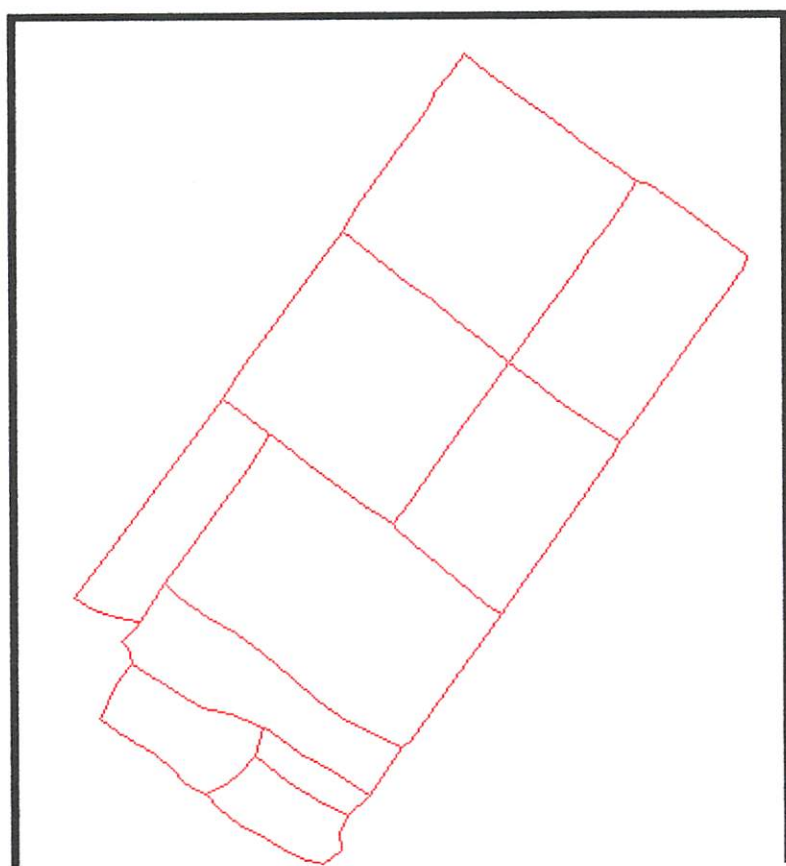
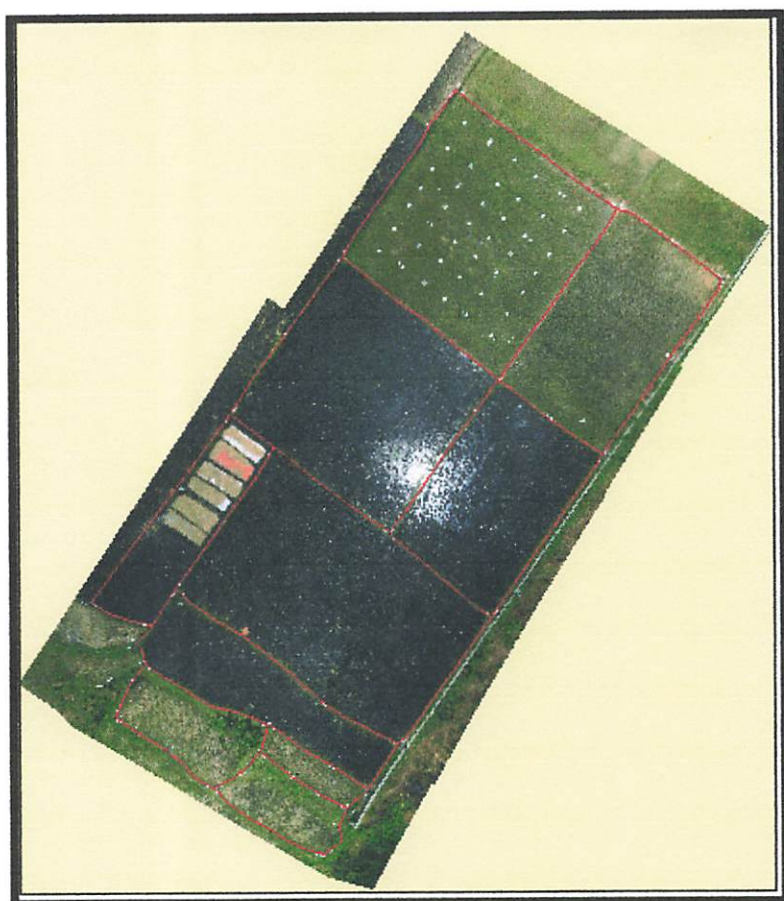


foto mosaic tergeoreferencing menggunakan >10 GCP

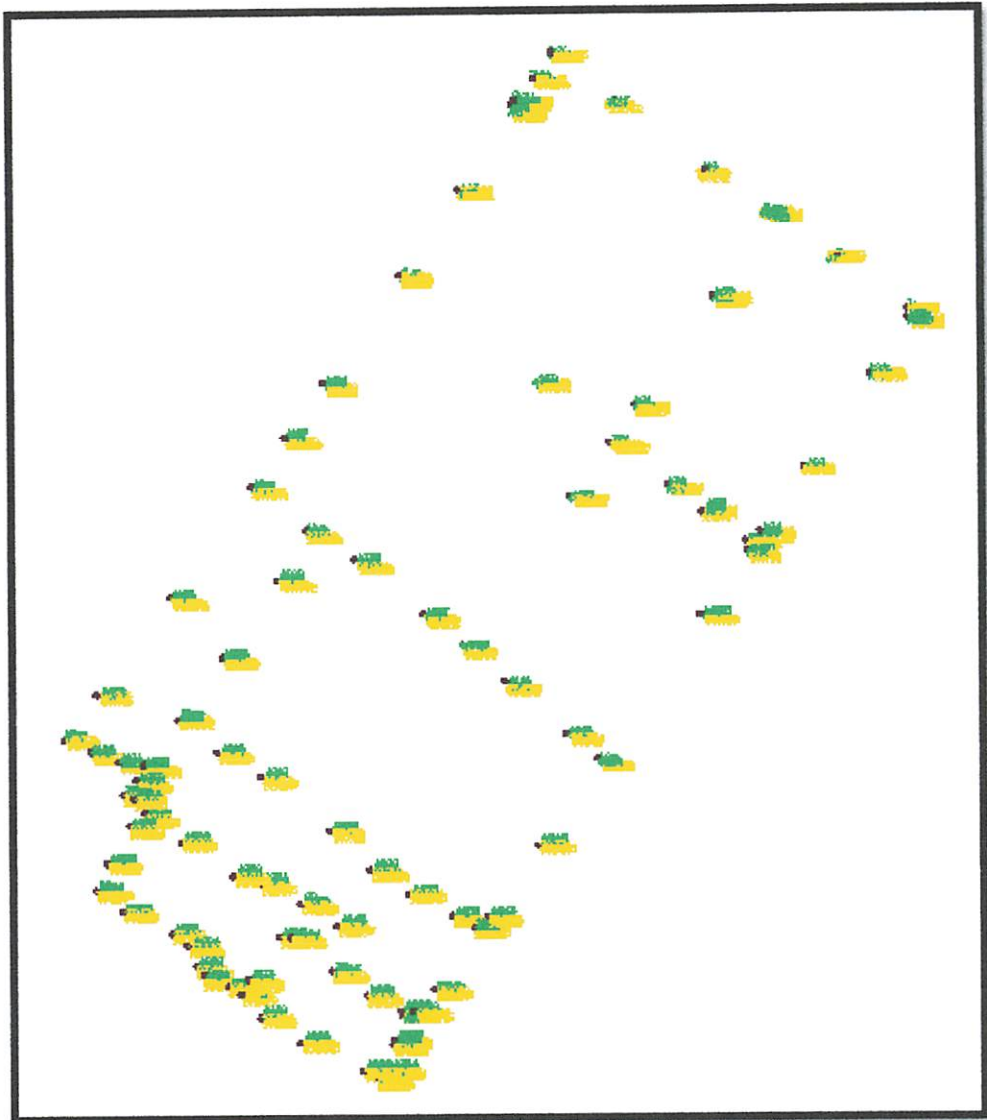
LAMPIRAN E

**Hasil Digitasi *Mosaic* Foto UAV Pada *Software Auto Cad*
*Map***



LAMPIRAN F

Hasil *Plotting* Data Ukuran GPS Metode RTK



LAMPIRAN G

Hasil Penggambaran Data Ukuran GPS Metode RTK

