

ANALISIS KETELITIAN LUASAN LAHAN DARI HASIL

PEMOTRETAN FOTO UDARA UAV

(Studi Kasus :Kel. Tunggulwulung, Kec. Lowokwaru, Kab. Malang)

SKRIPSI



Disusun Oleh :

EGIDIO D. SOUSA PEREIRA

11.25.031

JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KETELITIAN LUASAN LAHAN DARI HASIL
PEMOTRETAN FOTO UDARA UAV**

SKRIPSI

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

Oleh :

EGIDIO DEDEUS SOUSA PEREIRA

11.25.031

Menyetujui.

Dosen Pembimbing Utama

M. Edwin Tjahjadi, ST.MGeom.Sc.PhD

Menyetujui.

Dosen Pembimbing Pendamping

Silvester Sari Sai, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



M. Edwin Tjahjadi, ST.MGeom.Sc.PhD



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

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

PERSERO) MALANG
NIAGA MALANG

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

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

NAMA : EGIDIO DEDEUS SOUSA PEREIRA
NIM : 1125031
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : ANALISIS KETELITIAN LUASAN LAHAN DARI
HASIL PEMOTRETAN FOTO UDARA

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

Pada Hari : Selasa
Tanggal : 23 Agustus 2016
Dengan nilai :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

M. Edwin Tjahjadi, ST.MGeom.Sc.PhD

Penguji I

Agus Darpono, MT.

Dosen Pendamping

M. Edwin Tjahjadi, ST.MGeom.Sc.PhD.

Penguji II

Bagus Subakti, ST., M. Eng.

ANALISIS KETELITIAN LUASAN LAHAN DARI HASIL PEMOTRETAN FOTO UDARA UAV

Egidio Dedeus Sousa Pereira 11.25.031

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

Dosen Pembimbing II : Silvester Sari sai, ST. MT

Abstrak

Perkembangan teknologi penginderaan jauh sangat berkembang pesat. Dalam hal ini teknologi penginderaan jauh dapat memudahkan untuk mengkaji beberapa pekerjaan tertentu dalam bidang pemetaan.

Penelitian ini memanfaatkan citra foto udara sebagai media kajian ketelitian luas, dengan menganalisis ketelitian luasan citra foto hasil pemotretan udara menggunakan wahana tanpa awak (*Fixed Wing*). Data luasan citra hasil identifikasi terhadap data luasan hasil pengukuran menggunakan total Station, hasil perhitungan tersebut memenuhi standar ketelitian luas yang ditetapkan Badan Pertanahan nasional. Hasil analisis ketelitian luas foto hasil pemotretan udara menggunakan kamera non metrik Sony α 5100 dan teknologi pesawat nirawak (*fixed Wing*) dengan jelajah tinggi terbang kisaran 250 m, dapat menghasilkan mosaik *orthophoto* dengan menggunakan *software Agisoft Photoscan*. Nilai RMSE dari mosaik *Orthophoto* sebesar 0.408 Terdapat Perbedaan pengukuran luas bidang tanah hasil *Orthophoto* dengan pengukuran Total Station, dengan selisih luasan rata – rata sebesar 9.0621 m dengan standar deviasi sebesar 0. 25086 m.

Berdasarkan ketelitian luas yang diperkenankan pada Badan Pertanahan Nasional dengan rumus $KL \leq (0,5\sqrt{L}) m^2$, dengan perhitungan luas dari pengukuran Total Station sebagai acuan ketelitian luas untuk pengukuran luas bidang tanah. Dari mosaik *Orthophoto* terdapat 35 bidang tanah dari 145 bidang tanah yang tidak memenuhi toleransi ketelitian.

Kata Kunci : *Pemotretan Udara, Mosaic Orthophoto, Poligon Tertutup, analisis Ketelitian Luas.*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : EGIDIO DEDEUS SOUSA PEREIRA
NIM : 1125031
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

“ANALISIS KETELITIAN LUASAN LAHAN DARI HASIL PEMOTRETAN FOTO UDARA UAV”

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

Malang, 25 agustus 2016

Yang membuat pernyataan



EGIDIO DEDEUS SOUSA PEREIRA

NIM : 1125031

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur ku Panjatkan padamu ya Tuhan atas besar karunia yang telah Engkau limpahkan kepadaku dan juga kedua orang tuaku yang telah berusaha membesarkan dan mendidiku hingga akhir studiku. Buat Papa (Ajaun) dan Mama (Atis), inilah kado kecil yang dapat anakmu persembahkan untuk sedikit menghibur hatimu yang telah aku susahkan, aku tahu banyak yang telah kalian korbakan demi memenuhi kebutuhanku yang selalu tak pernah merasa lelah demi memenuhi kebutuhanku. Saya hanya bisa mengucapkan banyak terima kasih kepada Papa dan Mama, hanya Tuhanlah yang membalas kemuliaan hati kalian. Kakak (Q-ku) dan adikku (Silvia & Vara) yang juga telah banyak memberikan dukungan kepada saya, terimakasih atas kebaikan, perhatian dan kasih sayang yang kalian berikan kepada saya, dan ini adalah merupakan hari kebahagiaanku dan juga merupakan kebahagiaankalian juga, dan biarlah kuasa Tuhan senantiasa bersama kita semua, Amin....

Untuk yang tercinta Yohana Novia Terriposa, Terima Kasih buat segala motivasi yang diberikan terutama dalam Doa, nasehat, dan yang tidak bosan – bosannya marah hingga selesainya skripsi ini.

Terima Kasih banyak sayangku yang Pesek, oin at, Cerewet, Malas Mandi dan Manja seperti anak kecil. Devope sayang yang selalu dihati. Your'e TheBest For Me.

Buat Sahabat2 Geo Eleven Bikin Ribut : Silvianus Nay (anti kentut), Roland Arif (hoby Pilek), Sandro Woda (spesialis selfie), Aristo Bahy Slank (Jarang Mandi), Raynaldo Mbula (hoby mabok), Permana (cerewet ke ibu2), Elias (kupu2), wahyu (metal cupu),indra(domps Alay), Alonzo(Raksasa), Jaka(Buku cerita), Iron

(Global Warming), Arsen (Cina bajawa) Jundri (Cina So'e), Andri (Doraemon Malas Tai), Anno Maya (Putra Jaguar), Erni Yulianti (Bulat Pendek), Hanny (sok Bule), Rey Diwa (Komarudin), Iman (Sok Tau), Wira (Tedong), Yougo (Kurcaci), Abbas Usman (Politisi), Kuman (Oplosan), Manuk (Kupit), Eki Pinto, Mujabul, Sutopo, Surya, Noval, Wanto, Yahya, Anggit, Yoland, Vidya, Candra, Helmy, Dika, Jajang.

Terima kasih buat Semangat dan motivasi Kalian.

Teman2 Geodesi 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013. Terima kasih buat Bantuan, Dukungan, dan lainnya.

Terima Kasih Buat Pemilik Kos dan Penghuni Kos Gang Anggur (Camp Brothers), Mbah Kung dan Mbah Putry, Pak Yono, Pak Ahmad, Pak Walet, Pak Udin, Pak Joko, Ibu Sum, Ibu santy, Ibu Tri, Ibu Sun.
K Ance, Jero, Ronald, Rino, Ekin, Jerry,
yang selalu menyemangati, Membantu dan menerima saya di Malang hingga selesainya Skripsi ini.

Buat Sodara Se-Rakat : Chiko L, Adeo L, Randy B, Herro A, Opank, Je Tahu, Apeu, Epy L, Engel N, Veldin T, Nano, Rigan, Aleok, Yan, Edja, Eman, Erick, terima kasih Teman2 dalam segala hal.

Penghuni Kos POHARIN DI68 A, Awal semua cerita selama di Malang,, Thx.

Thank You Lord and My Savior JESUS CHRIST ☺ ☺

****Your Future is as Bright as your FAITH !!!****

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Tuhan Yang Maha Esa serta tak lupa mengucapkan puji syukur atas kehadiran-Nya, karena berkat rahmatnya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir.

Tugas Akhir ini menyajikan teori-teori yang didapat dibangku perkuliahan serta melalui beberapa referensi dari buku dan internet yang khususnya diperlukan untuk memudahkan proses penyelesaian penelitian Tugas Akhir.

Dalam Tugas Akhir ini saya menyadari masih banyak yang perlu disempurnakan, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca sehingga untuk proses Laporan Tugas Akhir nanti dapat saya sempurnakan.

Dengan terselesainya Tugas Akhir ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST.MGeom.Sc.Ph selaku dosen pembimbing I ini yang senantiasa sabar membimbing dan mengajari saya.
2. Bapak Silvester Sari Sai. ST., MT selaku dosen pembimbing II yang senantiasa sabar membimbing dan mengajari saya.
3. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan semangat, doa , dan bantuan baik moral maupun material dalam penulisan laporan ini.
4. Teman-teman seperjuangan Geodesi 2011, terimah kasih atas semua masukan yang telah kalian beri untuk saya dan kekompaknya selama ini, Semangat.

Harapan saya semoga Tugas Akhirl ini bermanfaat bagi para pembaca

Malang, 25 Agustus 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	i
lembar pengesahan dosen penguji.....	ii
Abstrak	iii
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	iv
Lembar Persembahan	v
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah2	
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan	2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Fotogrametri	4
2.2 Foto Udara	5
2.3 Mosaik Foto	7
2.4 Ground Control Point	10
2.5 Unmanned Aerial Vehicle.....	12
2.6 Total Station	15
2.7 Kerangka Kontrol Peta	16
2.7.1 Kerangka Kontrol Horizontal.....	16
2.7.2 Poligon Tertutup	17
2.8 Rencana Terbang	19
2.9 Software Agisoft PhotoScan Professional	21

2.10 Standar Ketelitian Planimetrik Sesuai Ketentuan BPN	22
2.10.1 Ketelitian Titik Sekutu	22
2.10.2 Toleransi Luas Bidang Tanah	22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penyusunan Skripsi	23
3.2 Lokasi Penelitian.....	25
3.3 Persiapan	25
3.4 Pengumpulan Data	26
3.4.1 Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle.....	28
3.4.2 Pengukuran Luas Sawah Menggunakan Total Station.....	29
3.5 Pengolahan Data.....	31
3.5.1 Pembuatan Orthophoto dari Citra Foto	31
3.5.2 Identifikasi dan Perhitungan Luas obyek Sawah Pada Orthophoto.....	43
3.5.3 Pengolahan Data Pengukuran Obyek Sawah Menggunakan Total Station.....	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	46
4.1.1 Hasil Mosaik Orthophoto.....	46
4.1.2 Luasan sawah Hasil Identifikasi pada Orthophoto.....	47
4.1.3 Luasan Sawah hasil pengukuran Total Station	50
4.2 Analisa Hasil	54
4.3 Toleransi Luas.....	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	60

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Desain sebaran titik kontrol pada area pemetaan	10
Gambar 2.2	: Desain Target	12
Gambar 2.3	: Contoh Fixed Wing Aircraft.....	14
Gambar 2.4	: Contoh Rotary Wing Aircraft.....	15
Gambar 2.5	: Jaringan Poligon Tertutup.....	18
Gambar 3.1	: Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2	: Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.3	: Perangkat Penelitian	26
Gambar 3.4	: Desain jalur terbang	27
Gambar 3.5	: <i>Ground control point</i>	27
Gambar 3.6	: Persiapan Pemotretran UAV	28
Gambar 3.7	: Pelaksanaan Pengukuran.....	29
Gambar 3.8	: Memasang Reflektor/Prisma	29
Gambar 3.9	: Mulai pengukuran	30
Gambar 3.10	: Memasukan data berdiri alat.....	30
Gambar 3.11	: Memasukan data <i>backsight</i>	31
Gambar 3.12	: Memasukan data <i>foresight</i>	31
Gambar 3.13	: Tampilan <i>workflow-Add photo</i>	32
Gambar 3.14	: Tabel <i>Image</i> pada Jendela <i>Ground Control</i>	33
Gambar 3.15	: Jendela <i>Ground Control Setting</i>	33
Gambar 3.16	: <i>Masking</i> area tepi foto	34
Gambar 3.17	: Hasil <i>masking</i> foto	34
Gambar 3.18	: Tampilan jendela <i>align photos</i>	35
Gambar 3.19	: <i>processing in progress align photos</i>	35
Gambar 3.20	: <i>point cloud</i> hasil proses <i>align photo</i>	35
Gambar 3.21	: Menubar <i>workflow-build geometry</i>	36
Gambar 3.22	: Tampilan Jendela <i>Build Geometry</i>	36
Gambar 3.23	: Tampilan hasil <i>Build Geometry</i>	37
Gambar 3.24	: Tampilan <i>create marker</i>	37
Gambar 3.25	: Tampilan jendela import CSV	38

Gambar 3.26	: Tampilan Tabel GCP Jendela <i>Ground control</i>	38
Gambar 3.27	: Tampilan Jendela <i>Ground Control Seting</i>	39
Gambar 3.28	: Tampilan <i>Ground Control</i>	39
Gambar 3.29	: <i>Point Marker</i> GCP	40
Gambar 3.30	: <i>Workflow-Build Geometry</i>	40
Gambar 3.31	: Tampilan jendela <i>build geometry</i>	41
Gambar 3.32	: Tampilan jendela <i>Build Texture</i>	41
Gambar 3.33	: Menubar <i>File - Export Orthophoto</i>	42
Gambar 3.34	: Tampilan jendela <i>export orthophoto</i>	42
Gambar 3.35	: Tampilan <i>orthophoto</i> mosaik	43
Gambar 3.36	: <i>Add Orthophoto</i>	43
Gambar 3.37	: Tampilan <i>Orthophoto</i>	43
Gambar 3.38	: Digitasi petak sawah.....	44
Gambar 3.39	: Luasan area sampel	44
Gambar 3.40	: Hasil Pengolahan Luasan Obyek Sawah.....	45
Gambar 4.1	: Kesalahan melakukan identifikasi objek dan pengukuran langsung.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. : Hitungan Luasan Obyek Sawah Hasil Identifikasi.....	47
Tabel 4.2. : Hitungan Luasan Petak Sawah Hasil Pengukuran Total Station.....	51
Tabel 4.3. : Analisis selisih luas terhadap toleransi luas dari BPN	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemetaan fotogrametri merupakan pekerjaan pembuatan peta menggunakan media foto udara. Fungsi fotogrametri telah menggantikan sebagian besar pekerjaan terestris (Suharsana, 1999). Fotogrametri digital dapat diperoleh langsung melalui pemotretan dengan kamera digital atau secara tidak langsung melalui proses konversi data foto udara positif maupun negatif. Fotogrametri dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan dan teknologi pengolahan citra fotografik dan non fotografik untuk mendapatkan informasi yang tepat dari keadaan topografi untuk berbagai kepentingan rekayasa (Priyono, 2002).

Teknologi pemetaan tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) menjadi pilihan alternatif disamping pemetaan lainnya seperti baik skala besar dan kecil berawak serta pemetaan berbasis satelit. *Unmanned Aerial Vehicle*(UAV) merupakan sistem tanpa awak (*unmanned system*), yaitu sistem berbasis elektro-mekanik yang dapat melakukan misi-misi terprogram, dengan karakteristik tanpa awak pesawat, beroperasi pada mode mandiri baik secara penuh atau sebagian, sistem ini dirancang untuk dapat dipergunakan secara berulang (Wikantika, 2009).

Fotogrametri digital menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan cara pembuatan peta yang biaya operasionalnya murah dan memerlukan waktu relative cepat dan aman dalam berbagai kondisi cuaca. Tugas akhir ini ditujukan untuk melakukan analisis ketelitian terhadap luasan lahan hasil Pemotretan yang dapat diidentifikasi mengacu pada ketentuan BPN.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka permasalahan yang timbul adalah :

1. Bagaimana menghasilkan mozaik orthophoto ?
2. Apakah ketelitian luasan lahan pada orthophoto memenuhi standar ketelitian ketentuan BPN ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Citra foto dihasilkan dari pemotretan kamera non metrik Sony α 5100 dengan teknologi UAV dikelurahan Tunggulwulung, Kecamatan Lowokwaru, Kabupaten Malang, dengan luas 3 Ha.
2. Objek yang diidentifikasi adalah petak sawah yang dapat diidentifikasi pada citra foto yang mempunyai luasan dan ada dilapangan.
3. Analisa dilakukan dengan membandingkan data luasan hasil identifikasi dari citra foto terhadap data luasan yang diukur menggunakan Total Station dan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah mengolah dan menghasilkan mozaik orthophoto hasil dari pemotretan kamera non metrik dengan teknologi UAV serta menganalisis ketelitian luasan lahan hasil Pemotretan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi ketelitian luasan lahan pada citra foto memenuhi standar ketelitian BPN, sehingga dapat menarik kesimpulan data citra foto tersebut dapat digunakan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang studi skripsi, tujuan yang diharapkan, rumusan masalah, batasan – batasan dalam pembahasan skripsi, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan tentang tata cara dalam pengolahan data foto udara, serta pemetaan menggunakan metode fotogrametri berbasis *UAV*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang bagaimana penelitian ini dilakukan serta menjelaskan tentang metode yang digunakan, serta teknik – teknik pengujian kebenarannya.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menampilkan hasil dari kegiatan yang dilakukan berupa hasil ketelitian luasan lahan dari citra foto dengan akurasi yang telah dianalisis serta diuji mengacu pada standar ketelitian ketentuan BPN.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang didapatkan dari skripsi dan saran – saran seperlunya sebagai rekomendasi kajian selanjutnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Fotogrametri

Fotogrametri dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan dan teknologi pengolahan citra fotografik dan non fotografik untuk mendapatkan informasi yang tepat dari keadaan topografi untuk berbagai kepentingan rekayasa (Priyono, 2002). Istilah Fotogrametri berasal dari kata photos (=sinar), gramma (=sesuatu yang tergambar) dan metron (=mengukur). Secara sederhana maka fotogrametri dapat diartikan sebagai "pengukuran secara grafis dengan menggunakan sinar". Dari definisi tersebut dapat dimengerti bahwa fotogrametri meliputi (Wolf, 1983) : perekaman obyek (pemotretan), pengukuran gambar obyek pada foto udara, dan pemotretan hasil ukuran untuk dijadikan bentuk yang bermanfaat (peta).

Pemetaan fotogrametri merupakan pekerjaan pembuatan peta menggunakan media foto udara. Fungsi fotogrametri telah menggantikan sebagian besar pekerjaan terestris (Suharsana, 1999). Fotogrametri digital dapat diperoleh langsung melalui pemotretan dengan kamera digital atau secara tidak langsung melalui proses konversi data foto udara positif maupun negatif.

Pada dasarnya prinsip teknik fotogrametri digital sama dengan teknik fotogrametri analog, hanya saja perbedaannya terletak pada data masukan berupa foto dalam format digital dan sebagian besar pekerjaan pengolahannya dilakukan secara otomatis dengan bantuan komputer dan perangkat lunak. Penggunaan foto dalam bentuk digital akan menawarkan beragam keuntungan dalam pengolahan karena sebagian besar pekerjaan yang dulu dilakukan secara manual, kini bisa dilakukan secara otomatis. Perkembangan fotogrametri digital sangat bergantung terhadap perkembangan perangkat keras komputer, sistem pencitraan digital (kamera/sensor) dan perangkat lunak pengolahannya. Beberapa contoh hasil teknik fotogrametri digital adalah ortofoto digital dan pembuatan DEM secara otomatis. Prosedur orientasi dalam, relatif dan absolut pada teknik fotogrametri digital berbeda dengan fotogrametri analog. Orientasi dalam adalah

merekonstruksi geometri foto sehingga sama dengan geometri kamera pada saat pemotretan udara.

Saat ini pada umumnya pernyataan “membaca pola radiasi elektro magnetik” mengarah kepada citra digital yang direkam menggunakan sistem penginderaan jauh. Dalam hal ini perekaman digital secara langsung masih merupakan alat utama dalam aplikasi penginderaan jauh. Namun dengan adanya kemajuan yang dicapai dalam teknologi penyiaman seperti makin canggihnya alat penyiam (scanner) maka konversi citra menjadi digital lebih dimungkinkan (Saleh, 1996).

Dengan makin sempurnanya teknologi pembuatan kamera digital maka diprediksi kamera digital akan semakin banyak dipergunakan. Dengan demikian perkembangan penggunaan digital fotogrametri akan semakin penting.

2.2 Foto Udara

Secara sederhana peta foto (*photomap*) dapat diartikan sebagai foto udara yang digunakan secara langsung sebagai substitusi peta planimetrik. Pada umumnya dilakukan perubahan skala foto ke skala yang dikehendaki dengan jalan perbesaran atau pengecilan skala. Informasi tentang judul, nama tempat, dan data lain dapat ditumpangkan pada foto dengan sara serupa seperti yang dilakukan pada peta. Peta foto dapat dibuat dari satu foto udara, atau dari bagian-bagian dua foto atau lebih untuk membentuk paduan gambar yang bersambung. Paduan ini biasa disebut mosaik (Wolf, 1993). Dengan demikian peta foto dihasilkan dari data dasar berupa foto udara.

Foto udara adalah gambaran rekaman suatu objek (biasanya berupa gambaran pada foto) yang dihasilkan dengan cara optik, elektro optik, optik mekanik, atau elektronik (Sutanto, 1986). Foto udara format kecil adalah foto yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan kamera dengan ukuran film atau *frame* sekitar 24 mm x 36 mm dengan panjang fokus 35 mm (Warner, et. Al, 1996).

Foto udara format kecil menggunakan kamera *non* metrik yang biasanya dipergunakan untuk pemetaan yang tidak membutuhkan ketelitian tinggi, seperti untuk pemantauan kawasan lindung atau untuk monitoring perubahan kawasan.

2.3 Mosaik Foto

Mosaik foto udara merupakan gabungan dari dua buah atau lebih foto udara yang saling bertampalan, yang disusun sedemikian rupa agar terbentuk paduan gambar yang berkesinambungan. Pada foto udara digital pembuatan mosaik sepenuhnya dilakukan oleh komputer dengan bantuan perangkat lunak.

Mosaik foto udara dibedakan menjadi 3 kelas (Suharsana, 1999) yaitu :

a. Mosaik tak terkontrol.

Dalam mosaik tak terkontrol ini digunakan foto-foto cetak yang belum dikoreksi atau foto asli hasil pemotretan langsung. Tidak ada titik kontrol yang digunakan untuk mengikat foto yang satu dengan foto lain yang bertampalan. Yang digunakan untuk mengikat adalah detil-detil yang sesuai yang terletak di daerah pertampalan, baik pertampalan depan maupun samping.

b. Mosaik semi terkontrol.

Mosaik ini tersusun dari foto-foto udara yang sudah dan belum dikoreksi. Mosaik ini diorientasikan terhadap sistem tanah dengan jalan mengikat titik-titik kontrol yang ada di atas foto dengan titik-titik kontrol tanahnya. Pengikatan antara foto dengan foto dilakukan dengan menempatkan detil-detil yang sesuai.

c. Mosaik terkontrol.

Foto-foto yang dipergunakan untuk disusun menjadi mosaik adalah foto yang telah dikoreksi (*tilt* telah hilang dan skala untuk seluruh bloknya telah seragam) dengan cara rektifikasi. Pengikatan antar foto dilakukan menggunakan titik-titik kontrol, baik titik kontrol minor maupun titik kontrol tanah. Di sini mosaik yang terbentuk telah terikat atau terorientasi terhadap sistem tanah. Bila dilihat dari proses rektifikasi diferensial maka hasilnya adalah ortofoto, sehingga mosaiknya juga disebut mosaik ortofoto, dan skalanya seragam.

Pembuatan mosaik merupakan penggabungan dua atau lebih foto udara yang bertampalan sehingga diperoleh gambaran yang menyajikan suatu daerah yang lebih luas. Pertampalan kedepan antara dua foto yang berturutan adalah $60\% \pm 5\%$, sedangkan pertampalan ke samping pada jalur terbang yang

berdampingan adalah $30\% \pm 5\%$ untuk tinggi terbang lebih dari 1.500 m dan $30\% \pm 10\%$ untuk tinggi terbang kurang dari 1.500 meter.

Setiap foto udara yang akan di mosaik harus berada dalam satu sistem proyeksi peta dan menggunakan datum yang sama. Metode pembuatan mosaik foto pada penelitian ini menggunakan metode digital murni yaitu metode yang semua proses penyambungan dilaksanakan sepenuhnya dengan bantuan komputer dan datanya berwujud data digital (Patmoko, 1999).

Berdasarkan jenis foto udara yang digunakan, mosaik foto udara dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

a. Mosaik foto terektifikasi.

Mosaik foto terektifikasi merupakan gabungan dua buah foto udara yang telah direktifikasi atau lebih, sehingga membentuk gambar utuh suatu medan. Pergeseran letak karena kesendengan sumbu kamera dapat terjadi pada setiap foto pada saat pemotretan. Rektifikasi untuk menghapus efek kesendengan sumbu akan menghasilkan ekivalen foto udara tegak, namun masih memiliki skala yang beragam karena adanya letak gambar yang disebabkan oleh perubahan relief. Untuk daerah yang relatif datar, variasi skala ini tidak terlalu besar, sehingga mosaik foto terektifikasi baik untuk pemetaan daerah ini.

b. Mosaik Ortofoto.

Mosaik ortofoto merupakan gabungan dua foto atau lebih untuk membentuk gambar utuh suatu medan. Ortofoto merupakan gambaran ortografis medan yang dibuat dari foto udara tegak menggunakan instrumen rektifikasi differensial, yang meniadakan pergeseran letak gambar oleh kesendengan fotografik dan relief.

Mosaik foto udara memiliki banyak keunggulan sehingga dapat digunakan secara luas dalam bidang perencanaan, baik untuk perencanaan penggunaan lahan maupun untuk proyek keteknikan. Dalam foto udara, semua perwujudan kritis yang dapat mempengaruhi proyek di daerah tertentu dapat segera diinterpretasikan dan diperhitungkan, sehingga memudahkan dalam proses pengambilan keputusan. Kelebihan dari mosaik foto udara antara lain :

- a. Jika dibandingkan dengan peta, mosaik foto udara dapat menunjukkan posisi relatif secara planimetris obyek-obyek di permukaan tanah sesuai dengan keadaan alami. Obyek-obyek ini dapat dikenali dengan mudah melalui citra fotografik, sedangkan pada peta garis diperlihatkan melalui simbol yang terbatas.
- b. Untuk daerah yang luas, mosaik dapat dibuat dengan waktu yang lebih singkat dan biaya yang murah.
- c. Mosaik foto udara dapat dengan mudah diketahui dan diinterpretasikan oleh setiap orang tanpa harus mempelajari bidang ilmu geodesi.

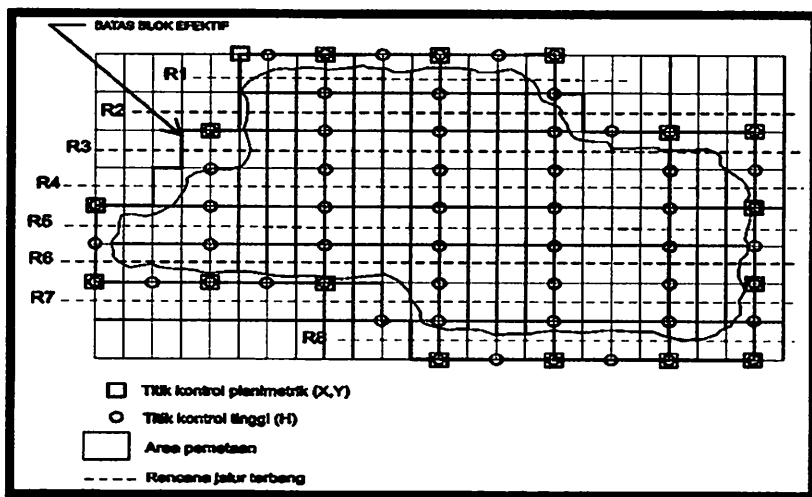
Selain kelebihan, mosaik foto udara juga mempunyai kekurangan, yaitu posisi yang benar-benar planimetris susah diperoleh. Hal ini disebabkan oleh adanya pergeseran bayangan atau variasi skala yang disebabkan oleh variasi ketinggian permukaan terbang. Pada mosaik adanya variasi skala yang disebabkan oleh variasi tinggi permukaan bumi atau topografi, kesalahan kemiringan sumbu kamera, dapat diatasi melalui rektifikasi.

Pembentukan mosaik foto dalam *software Agisoft PhotoScan* dilakukan setelah tahap *alignment*, *build geometry*. Proses pembentukan mosaik foto menggunakan aplikasi *SIFT invariant*. Algoritma *SIFT invariant* atau disebut *Scale Invariant Feature Transform*. *SIFT invariant* merupakan algoritma dalam *computer vision* yang digunakan untuk mendeteksi dan mendeskripsikan fitur dalam *image*. Algoritma ini akan mengekstraksi fitur dari satu atau beberapa *image* dan kemudian disimpan ke dalam *database* sebagai referensi. *Imagematching* dilakukan dengan mencocokkan fitur pada *database* referensi menggunakan teknik interpolasi *nearest neighbour*. Interpolasi *nearest neighbour* atau interpolasi tetangga terdekat merupakan penentuan nilai keabuan piksel yang baru berdasarkan nilai piksel tetangga yang paling dekat. *Nearest neighbour* merupakan prosedur yang efisien karena tidak terjadi perubahan nilai piksel selama proses *resampling*. *Resampling* adalah suatu proses melakukan ekstrapolasi nilai data untuk piksel-piksel pada sistem grid yang baru dari nilai piksel

citra aslinya. Perubahan nilai piksel sering mengakibatkan hilangnya informasi *spectral* yang penting (Lowe, 1999).

2.4 Ground Control Point (GCP)

Kontrol fotogrametri terdiri dari beberapa titik yang posisinya ruang objeknya diketahui dalam suatu sistem koordinat referensi dan gambarnya dapat diidentifikasi pada foto. Dalam fotogrametri, ruang objek adalah permukaan tanah. Adanya titik kontrol pada foto udara memberikan cara untuk melakukan orientasi atau menemukan hubungan geometri antara foto udara dengan permukaan tanah. Tingka akurasi dari produk fotogrametri tidak dapat lebih baik daripada akurasi titik kontrol yang digunakan, sehingga akurasi titik kontrol yang digunakan sangat penting. Kualitas titik kontrol yang buruk akan menghasilkan produk fotogrametri yang buruk. Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan titik kontrol dalam proyek pekerjaan fotogrametri pun cukup besar, dapat mencapai 10%.50% dari total anggaran proyek. (Satya, 2013) Ilustrasi sebaran titik kontrol horisontal dan vertikal dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



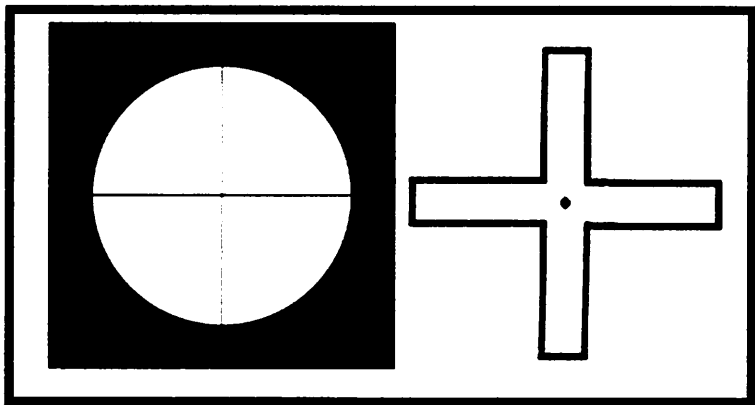
Gambar 2.1 Desain sebaran titik kontrol pada area pemetaan

Pada umumnya untuk mendapatkan hasil yang baik pada pengolahan fotogrametri digunakan titik kontrol yang jumlahnya berlebih (*redundant*). Secara praktis setiap stereomodel yang diorientasikan di plotter harus memiliki minimal

tiga titik kontrol horisontal dan empat titik kontrol vertikal. Titik kontrol horisontal sebaiknya terletak pada keliling (perimeter) batas daerah pemetaan. Jarak antara titik kontrol horisontal disebut *bridging distance horisontal* (i_{ho}) dengan satuan basis model (b). Titik kontrol vertikal berupa jalur titik tinggi yang tegak lurus arah terbang pada awal dan akhir jalur terbang serta beberapa jalur diantaranya. Titik kontrol vertikal sebaiknya terletak pada area *sidelap* dan perimeter. Jarak antara titik kontrol vertikal disebut *bridging distance vertikal* (i_{ve}) dengan satuan basis model (b). Jumlah dari titik kontrol yang diperlukan untuk melakukan triangulasi udara sangat beragam, tergantung pada bentuk dan ukuran dari area yang dipetakan, tingkat akurasi yang diinginkan dan peralatan serta personel yang dimiliki. Semakin banyak titik kontrol dan semakin padat jaringan titik kontrol yang digunakan akan menghasilkan akurasi titik kontrol minor yang lebih baik. Pembuatan titik kontrol untuk fotogrametri pada umumnya dilakukan dengan dua cara yakni, *photopoint* dan *pre.marking*. Pada *photopoint*, survey pengukuran koordinat titik kontrol dilakukan setelah pemotretan udara dan telah didapatkan hasil foto udara. Pemilihan titik kontrol yang akan digunakan, dilakukan dengan mengamati foto udara hasil pemotretan, gambar objek yang akan digunakan untuk *photopoint* harus memenuhi beberapa persyaratan seperti tajam, jelas, dapat diidentifikasi pada foto lainnya dan terletak pada lokasi sebaran titik kontrol yang diinginkan.

Objek yang biasa digunakan untuk titik kontrol pada *photopoint* adalah perpotongan trotoar, perpotongan jalan, tepian gedung, tepian pagar, dan lainnya. Sebaiknya hindari pemilihan titik di area terbuka dan luas seperti perbukitan rumput atau ladang, karena akan mempersulit pada pengamatan stereoskopik. Pengamatan yang teliti harus dilakukan dalam pemilihan objek untuk *photopoint* ini agar objek tersebut tidak berada pada area yang tertutup bayangan. *Pre.marking* dilakukan sebelum pemotretan udara dengan cara memasang tanda buatan (*artificial target*) dan mengukur koordinat dari tanda buatan tersebut (survey GPS). Gambar tanda artifisial ini harus tampak pada foto udara yang dipotret nantinya. *Pre.marking* biasanya digunakan pada area dimana tidak terdapat titik natural untuk *photopoint*. Target buatan yang digunakan pada *pre.marking* digunakan untuk mengontrol pekerjaan fotogrametri yang paling presisi dan

memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan *photopoint*. Namun penggunaan target buatan ini memiliki beberapa kekurangan seperti diperlukannya kerja dan biaya ekstra untuk pemasangan target, dan target tidak boleh dipindahkan sebelum dilakukan pemotretan sehingga sebaiknya pemotretan udara dilakukan sesegera mungkin setelah tanda buatan dipasang. Bentuk target buatan yang digunakan sebaiknya simetris yang memungkinkan titik tengah target buatan tersebut dapat diidentifikasi seperti bentuk lingkaran dan silang (*cross*). Ukuran dari target buatan tergantung pada skala foto yang digunakan, namun harus dipastikan bahwa ukuran target yang digunakan akan dapat diidentifikasi pada foto. Warna yang sebaiknya digunakan pada target buatan sebaiknya kontras dengan tanah seperti warna putih. Beberapa contoh gambar desain target buatan yang biasa digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Desain Target.

2.5 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle(UAV) merupakan sistem tanpa awak (*Unmanned System*), yaitu sistem berbasis elektro-mekanik yang dapat melakukan misi-misi terprogram, dengan karakteristik: tanpa awak pesawat, beroperasi pada mode mandiri baik secara penuh atau sebagian, Sistem ini dirancang untuk dapat dipergunakan secara berulang (Wikantika, 2009).

Sistem pemotretan udara terdiri dari dua bagian, yaitu sistem pada pesawat RC dan sistem pada *ground station*. Sistem pemotretan udara pada pesawat RC. Sistem pada pesawat RC antara lain berupa perangkat bantu navigasi dan

perangkat pemotretan udara. Berikut ini instalasi perangkat yang digunakan dalam pemotretan udara pada pesawat RC (Widhi, 2011):

- a. Antena GPS eksternal, diletakkan di sisi atas pesawat sehingga sinyal satelit GPS tidak terhalang bagian pesawat ataupun komponen elektronik lainnya.
- b. Mikro kamera. Membidik ke arah depan - bawah dari pesawat RC untuk mengetahui obyek yang akan dilewati di bawah pesawat pada saat melakukan pemotretan udara.
- c. *E-logger*. Penerima input dan perekam data GPS dari antena GPS, dihubungkan dengan perangkat *On Screeed Display* (OSD).
- d. *On Screen Display* (OSD). Penerima sinyal video dari mikro kamera dan sinyal dari *eLogger* (berisi data GPS). OSD dihubungkan dengan video *transmitter*. Hasil *output* OSD adalah tampalan video dari bidikan mikro kamera dengan parameter posisi, kecepatan, azimuth dan ketinggian GPS navigasi dari *eLogger*.
- e. Video *transmitter* (video Tx) 2,4 GHz. Penerima sinyal video-audio dari OSD dan dikirimkan secara *wireless* ke video *receiver* (video Rx) di *ground station*.

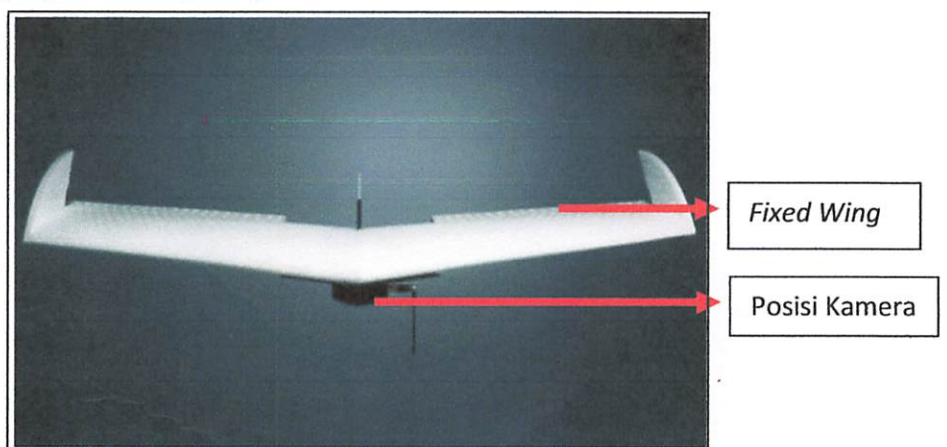
Berikut ini instalasi perangkat pengendali terbang pesawat RC yang berada di *ground station*:

- a. *Flat patch* antena 2,4 GHz 8 dBi dan video *receiver*. Antena dan video *receiver* adalah perangkat penerima sinyal yang dipancarkan oleh video *transmitter* di atas pesawat. Untuk menghindari sinyal yang diterima lemah atau hilang, antena diletakkan di area terbuka yang dapat di arahkan secara langsung ke pesawat penerbangan
- b. *Eagleeyes FPV Station*. Perangkat yang mengubah sinyal video dan telemetri GPS dari video *receiver* hingga dapat dibaca di layar monitor TV *portable* dalam bentuk *live view* video dan *real time tracking* GPS navigasi di layar komputer. dan panel – panel yang digunakan untuk dapat menampilkan *live view* video di layar TV *portable* dan *real time tracking* GPS di layar monitor komputer.

- c. *TV portable*, dihubungkan dengan *Eagleeyes FPV Station* untuk menampilkan *live view* video yang terekam mikro kamera di atas pesawat RC dengan menampilkan parameter kecepatan, ketinggian, azimuth dan posisi GPS.
- d. Perangkat laptop. Laptop yang terinstal *software Google Earth* dihubungkan dengan perangkat *Eagleeyes FPV Station* menggunakan kabel data.
- e. Aki kering. Aki dengan voltase 12 volt dihubungkan dengan *TV portable*, *video receiver* dan *Eagleeyes FPV Station* sebagai sumber *power*.
- f. *Radio transmitter*. Lima dari 9 *channel radio transmitter* digunakan untuk mengontrol secara *wireless* gerakan tiap servo sesuai instalasi servo pada *radio receiver*.

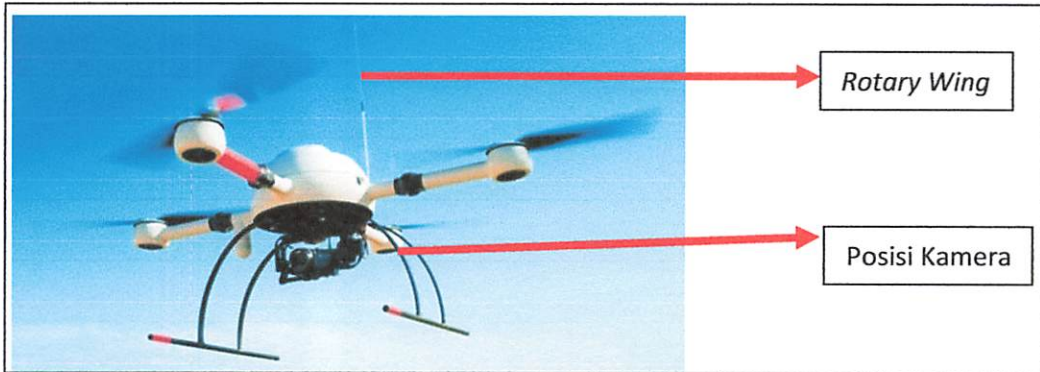
Jenis-jenis pesawat model ditinjau dari konstruksi sayapnya antara lain (Prahita, 1999);

- a. Pesawat terbang bersayap tetap (*Fixed Wing Aircraft*). Sayap dipasang pada *airframe* secara tetap (*fixed*) pada posisi di bawah badan pesawat (*low wing*), di tengah badan pesawat (*middle wing*) atau di atas badan pesawat (*high wing*). Pesawat jenis *Fixed Wing* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Contoh Fixed Wing Aircraft

- b. Pesawat terbang bersayap putar (*Rotary Wing Aircraft*). Pada jenis ini sayap tidak dipasang secara tetap (*fixed*), tetapi diputar oleh satu mesin.. Pesawat jenis *Rotary Wing* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Contoh Rotary Wing Aircraft

2.6 Total Station

Perkembangan terakhir dari *theodolit* yaitu munculnya generasi *Total Station* dan *Smart Station*. *Total Station* merupakan teknologi alat yang menggabungkan secara elektronik antara teknologi theodolit dengan teknologi EDM (*Electronic Distance Measurement*). EDM merupakan alat ukur jarak elektronik yang menggunakan gelombang elektromagnetik sinar infra merah sebagai gelombang pembawa sinyal pengukuran dan dibantu dengan sebuah reflektor berupa prisma sebagai target (alat pemantul sinar infra merah agar kembali ke EDM). Sedangkan *Smart Station* merupakan penggabungan *Total Station* dengan GPS *Geodetic*. Dengan *Total Station* kita mendapatkan beberapa keuntungan, diantaranya:

1. Dapat mengurangi kesalahan yang bersumber dari manusia.
2. Aksesibilitas ke sistem berbasis komputer.
3. Mempercepat proses.
4. Memberikan kemudahan

Selain keuntungan-keuntungan tersebut di atas, *Total Station* juga memiliki kendala atau kekurangan. Beberapa kendala penggunaan alat *Total Station* yang timbul sampai pada saat ini adalah:

1. Ketergantungan sistem pada sumber catu daya (sumber tegangan).

2. Kemampuan Sumber Daya Manusia yang masih kurang memahami penggunaan *Total Station*.

Setiap jenis alat Elektronik *Total Station* (ETS) akan memiliki spesifikasi ciri tersendiri dalam hal prosedur pemakaian maupun dalam penanganan datanya. Namun untuk mempelajari jenis ETS tersebut secara umum yang perlu dipelajari antara lain: Pengelolaan Basis Data, Spesifikasi dan Kemampuan, Sistem Operasi Instrumen.[Sasmito, 2011].

2.7 Kerangka Kontrol Peta

Penentuan kerangka kontrol peta adalah salah satu tahapan yang harus dilaksanakan dalam proses pembuatan peta topografi digital. Adapun kerangka kontrol peta terbagi atas dua macam yaitu : kerangka kontrol horizontal dan kerangka kontrol vertikal.

2.7.1 Kerangka Kontrol Horizontal

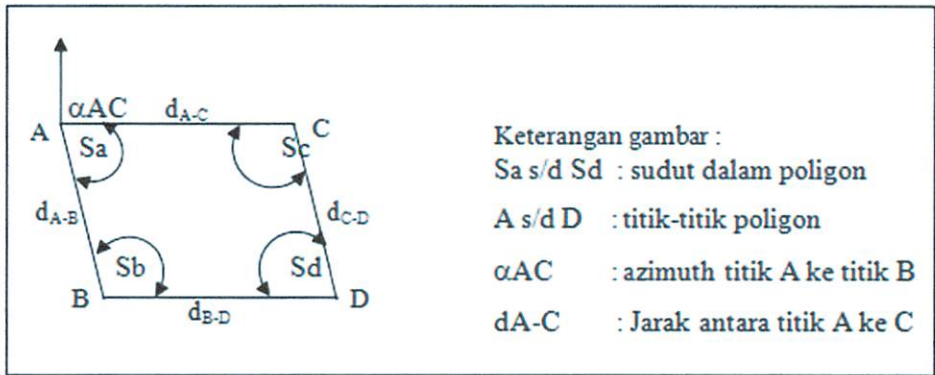
Kerangka kontrol horizontal (KKH) sangat penting peranannya dalam pembuatan peta topografi digital. Pengukuran kerangka kontrol horizontal biasanya dilakukan dengan menggunakan:

- Metode Triangulasi, digunakan apabila daerah pengukuran mempunyai ukuran panjang dan lebar yang sama, maka dibuat jaring segitiga. Pada cara ini sudut yang diukur adalah sudut dalam tiap – tiap segitiga. Posisi horizontal (X, Y) titik triangulasi dibuat dalam sistem proyeksi Mercator, sedangkan posisi horizontal peta topografi yang dibuat dengan ikatan dan pemeriksaan ke titik triangulasi dibuat dalam sistem proyeksi Polyeder. Bentuk geometri triangulasi terdapat tiga buah bentuk geometrik dasar triangulasi, yaitu :
 - a) Rangkaian segitiga yang sederhana cocok untuk pekerjaan-pekerjaan dengan orde rendah untuk ini dapat sedapat mungkin diusahakan sisi-sisi segitiga sama panjang.

- b) Kuadrilateral merupakan bentuk yang terbaik untuk ketelitian tinggi, karena lebih banyak syarat yang dapat dibuat. Kuadrilateral tidak boleh panjang dan sempit.
 - c) Titik pusat terletak antara 2 titik yang terjauh dan sering diperlukan.
-
- Metode Trilaterasi, digunakan apabila daerah yang diukur ukuran salah satunya lebih besar daripada ukuran lainnya, maka dibuat rangkaian segitiga. Pada cara ini sudut yang diukur adalah semua sisi segitiga. Metode Trilaterasi yaitu serangkaian segitiga yang seluruh jarak jaraknya di ukur di lapangan. Pada jaring segitiga akan selalu diperoleh suatu titik sentral atau titik pusat. Pada titik pusat tersebut terdapat beberapa buah sudut yang jumlahnya sama dengan 360 derajat
 - Metode Poligon, merupakan rangkaian titik-titik yang membentuk segi banyak. Rangkaian titik tersebut dapat diguakan sebagai kerangka peta. Koordinat titik tersebut dapat dihitung dengan data masukan yang merupakan hasil dari pengukuran sudut dan jarak. Posisi titik-titik di lapangan dapat ditentukan dengan mengukur jarak dan sudut ke arah titik kontrol. Posisi titik-titik kontrol haruslah mempunyai ketelitian yang tinggi dan distribusinya dapat menjangkau semua titik.

2.7.2 Poligon Tertutup

Poligon tertutup merupakan poligon dengan titik awal dan titik akhir berada pada titik yang sama.



Gambar 2.5. Jaringan Poligon Tertutup.

Syarat poligon tertutup:

a. Syarat Sudut:

Untuk sudut dalam : $\sum s + fs = (n - 2) \cdot 180^\circ$

Untuk sudut luar : $\sum s + fs = (n + 2) \cdot 180^\circ$

Keterangan :

fs: kesalahan penutup sudut

n : banyaknya titik poligon yang di ukur

$\sum s$: jumlah perhitungan sudut

b. Syarat Koordinat:

$$\sum d \sin \alpha + f_x = 0$$

$$\sum d \cos \alpha + f_y = 0$$

Keterangan:

$\sum d$: Jumlah total jarak,

f_x : Kesalahan absis

f_y : Kesalahan ordinat

c. Koreksi untuk masing-masing koordinat:

$$dx = d / \sum d * \sum d \sin \alpha$$

$$dy = d / \sum d * \sum d \cos \alpha$$

d. Kesalahan Jarak dinyatakan dengan :

$$dc = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

Keterangan :

dc = Kesalahan Jarak

dx = Kesalahan absis

dy = Kesalahan ordinat

e. Ketelitian Linier

$$Kl = \frac{dc}{\Sigma d}$$

(Sumber: Modul Praktikum Survey Topografi Teknik Geodesi ITN Malang)

2.8 Rencana Terbang

Pembuatan rencana terbang dilakukan sebelum pemotretan udara dilakukan, agar hasil pemotretan dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Dari perencanaan terbang ini akan dihasilkan desain jalur terbang pesawat yang menunjukkan dimana saja foto akan diambil. Perencanaan terbang sangat bergantung kepada beberapa hal seperti :

- Spesifikasi kamera, seperti panjang fokus, *shutter speed*, resolusi dan hal lainnya yang berkaitan dengan teknis kamera yang akan digunakan.
- Spesifikasi pesawat, yaitu kemampuan pesawat yang akan digunakan untuk pemotretan seperti daya jelajah, kecepatan, tinggi terbang dan kemampuan mengangkut beban.
- Spesifikasi pemotretan udara, yaitu ketentuan . ketentuan yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan pengguna nantinya. Seperti skala foto, *overlap*, *sidelap*, luas area pemotretan dan lainnya.

Keberhasilan dari pelaksanaan pemotretan udara sangat bergantung padatahap perencanaan ini, dengan perencanaan yang baik maka akan memberikan hasil yang baik. Untuk mendesain jalur terbang, terdapat beberapa parameter dan formula hitungan yang diperlukan. Formula hitungan tersebut dijelaskan dibawah ini dan dapat ditemukan di berbagai literatur yang berkaitan dengan fotogrametri.

Skala Foto :

$$skala = \frac{f}{H} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

f merupakan panjang fokus dari kamera dan H merupakan tinggi terbang pesawat. Rumus ini dapat pula digunakan untuk menghitung tinggi terbang pesawat yang diinginkan jika kita mengetahui skala foto yang diinginkan dan panjang fokus kamera yang digunakan.

Resolusi Foto :

$$Resolusi = \frac{H}{f \times pixelsize \ y} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

H merupakan tinggi terbang pesawat, f adalah panjang fokus dari kamera dan $pixel \ size \ y$ adalah ukuran $pixel$ dari sensor pada kamera yang digunakan pada sumbu y .

Lebarfootprint :

$$Lebar \ Footprint = \frac{CMOS \ Width}{f} \times H \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

$CMOS \ Width$ adalah panjang ukuran sensor pada kamera yang digunakan, f adalah panjang fokus kamera dan H adalah tinggi terbang pesawat.

Tinggifootprint :

$$Tinggi \ Footprint = \frac{CMOS \ Height}{f} \times H \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$CMOS \ Height$ adalah lebar ukuran sensor pada kamera yang digunakan, f adalah panjang fokus kamera dan H adalah tinggi terbang pesawat.

Area Overlap :

$$Area \ overlap = \% \ overlap \times Tinggi \ footprint \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

$\% \ overlap$ adalah besar $overlap$ yang diinginkan misalnya 60 % atau 80 %.

Area *sidelap* :

$$\text{Area sidelap} = \% \text{ sidelap} \times \text{Lebar footprint} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

% *sidelap* adalah besar *sidelap* yang diinginkan misalnya 60 % atau 80 %

Jarak antara dua jalur terbang :

$$W = \text{Lebar footprint} \times (100\% - \% \text{sidelap}) \dots\dots\dots(2.7)$$

Basis Udara

$$B = \text{Tinggi footprint} \times (100\% - \% \text{overlap}) \dots\dots\dots(2.8)$$

2.9 Software Agisoft PhotoScan Professional

Agisoft PhotoScan Professional merupakan software pengolahan foto udara yang dikembangkan oleh *AgiSoft LLC Suport* dari Rusia. *Software Agisoft PhotoScan Professional* dapat digunakan untuk proses pembentukan mosaik *Orthophoto* dengan pengidentifikasian *tie point* secara otomatis, pembentukan *point cloud* beserta hasil residual hitungan *bundle adjustment*, pembentukan DEM dan DSM dari mosaik yang dibentuk. *Point cloud* dalam *software* ini adalah *tie point* yang secara otomatis dibentuk menjadi model tiga dimensi.

Secara umum *point cloud* merupakan titik-titik hasil perekaman data DTM ataupun DSM permukaan bumi yang tersusun dengan menggunakan sistem koordinat tiga dimensi. Titik-titik ini biasanya terdefiniskan dengan koordinat X,Y,Z dan biasanya dimaksudkan untuk memberi gambaran suatu permukaan pada suatu objek. *Point cloud* biasanya dihasilkan dari *scanner* tiga dimensional. *Scanner* ini secara otomatis mengukur serta merekam banyak titik yang terdapat pada suatu objek dan dikeluarkan dalam bentuk data.

Kelebihan dari *software* ini adalah dapat melakukan pengolahan mosaik dalam waktu singkat dengan mosaik yang dihasilkan mempunyai *colour balancing* yang baik, dan sambungan antar foto yang tidak terlihat. Proses ortorektifikasi dilakukan secara otomatis oleh program. Ortorektifikasi ini

digunakan untuk menghapus efek kemiringan sumbu dan hasilnya berupa ekuivalen foto tegak. Karena pergeseran letak gambar sehubungan dengan perubahan relief, ekuivalen foto tegak masih mengandung skala yang tidak seragam. Di dalam proses peniadaan pergeseran letak oleh relief pada sembarang foto, variasi skala juga dihapus sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto.

2.10 Standar Ketelitian Planimetrik Sesuai Ketentuan BPN

2.10.1 Ketelitian Titik Sekutu

Standarisasi BPN yang dikeluarkan Bagian Administrasi Pertanahan Tahun 2003 mensyaratkan bahwa ketelitian (RMS) dari koordinat titik sekutu harus lebih kecil dari 0,1 mm pada peta. Artinya jika skala peta dasar pendaftaran tanah yang digunakan untuk daerah perkotaan 1:1000 maka harus memiliki ketelitian titik maksimal 10 cm (RMS = 0,1 m). Untuk daerah pedesaan dengan skala 1:2500 harus memiliki ketelitian titik maksimal 25 cm (RMS = 0,25 m). Dan untuk daerah perkebunan dengan skala 1:10.000 harus memiliki ketelitian titik maksimal 100 cm (RMS = 1 m).

2.10.2 Toleransi Luas Bidang Tanah

Bagian Proyek Administrasi Pertanahan Badan Pertanahan Nasional Tahun 2003 mengeluarkan standarisasi pengukuran dan pemetaan kadastral mengenai toleransi luas yang dapat diterima perhitungannya adalah $KL \leq (0,5\sqrt{L}) m^2$.

BAB III

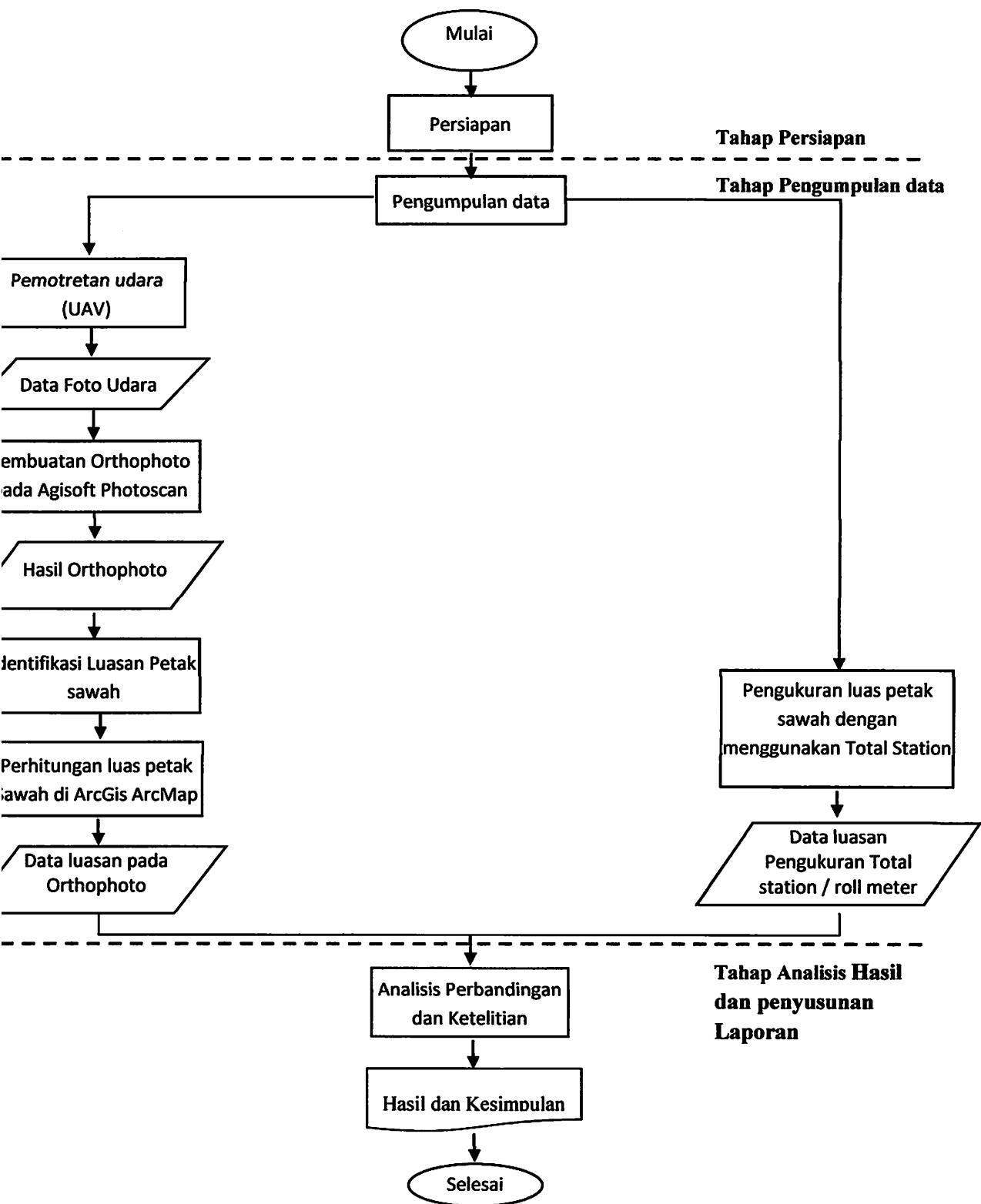
METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penyusunan Skripsi

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan dalam perencanaan. Untuk membantu dalam proses penyelesaian Skripsi maka perlu dibuat suatu pedoman kerja yang matang, sehingga waktu untuk menyelesaikan laporan dapat terencana dengan baik dan tercapainya sasaran penulisan sesuai dengan bobot persoalan yang diangkat. Agar pekerjaan berjalan efektif maka perlu dibuat suatu pedoman umum, berupa alur kerja yang efisien namun dapat menjawab semua permasalahan yang akan ditinjau. Persiapan awal yang dilakukan untuk menunjang kelancaran penyusunan Skripsi adalah sebagai berikut :

1. Melengkapi persyaratan administrasi Skripsi;
2. Melengkapi studi pustaka berupa pengumpulan materi studi sebagai referensi dalam analisis data dan perancangan desain;
3. Menentukan kebutuhan data sementara;
4. Mendata instansi-instansi yang akan dijadikan nara sumber data;
5. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pengumpulan data;
6. Pembuatan proposal penyusunan skripsi;
7. Presentasi data dan rangkuman kerja penyusunan Skripsi;
8. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi proyek;
Pembuatan jadwal rencana penyusunan Skripsi.

Diagram alir Skripsi merupakan suatu kerangka dasar yang membentuk alur kerja dan berfungsi sebagai pedoman umum untuk membantu proses penyusunan Skripsi. Kerangka dan prosedur pengerjaan Skripsi diterangkan dalam diagram alir seperti Gambar 3.1. berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kelurahan Tunggulwulung, kecamatan Lowokwaru, Kab. Malang, Jawa Timur. Berikut Lokasi yang akan dilakukan penelitian ± 3 ha, lihat gambar 3.2



Gambar 3.2. Lokasi Penelitian.

3.3 Persiapan

Tahap awal kegiatan penelitian ini yakni mempersiapkan semua aspek yang diperlukan, seperti :

A. Alat dan Bahan yang digunakan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat Keras

- ✓ *UAV Photogrametry (Fixed Wing).*
- ✓ *Total station Topcon GTS 235N Series.*
- ✓ Prisma.
- ✓ *Camera Sony a 5100.*
- ✓ *Stiker retro (Premark).*
- ✓ Roll meter.
- ✓ Laptop.
- ✓ Mouse.
- ✓ Printer.



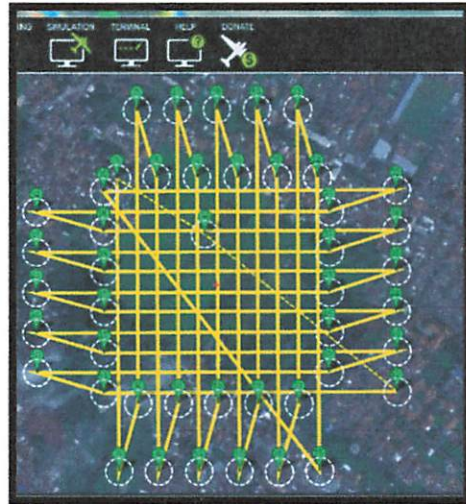
Gambar 3.3 Perangkat Penelitian

2. Perangkat Lunak.

- ✓ *Software Agisoft PhotoScan Professional.*
- ✓ *ArcGis ArcMap 10.1*
- ✓ *Software Topcon Link.*
- ✓ *Microsoft Exel 2007.*
- ✓ *Microsoft Word 2010.*

B. Mendesain Jalur Terbang

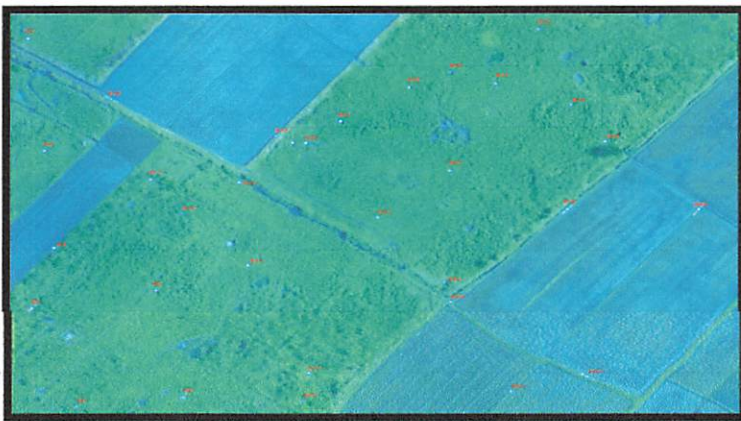
Mendesain rencana jalur terbang dilakukan agar pemotretan udara tidak keluar dari area yang telah ditentukan. Dengan mempertimbangkan *overlap* sebesar $\pm 60\%$ dan *sidelap* $\pm 30\%$, berikut gambaran desain jalur terbang yang digunakan *Fixed Wings* untuk pemotretan udara :



Gambar 3.4 Desain jalur terbang.

C. Rencana Titik Kontrol

Rencana titik kontrol foto udara dibuat dengan kerapatan yang dapat terlihat di udara. Jumlah titik kontrol yang harus diukur sebanyak 21 Titik. Sebaran lokasi titik kontrol pada area pemotretan udara dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 *Ground control point.*

Pembuatan titik kontrol dilakukan dengan pemasangan *premark* dengan cara memasang tanda buatan (*artificial target*) dan mengukur koordinat dari tanda buatan tersebut. Pemasangan *premark* harus dilakukan sebelum pemotretan udara dan sebaiknya selang waktu antara pemasangan *premark* dan pemotretan udara tidak terlalu jauh untuk menghindari adanya *premark* yang rusak atau hilang.

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Pemotretan Unmanned Aerial Vehicle

Pemotretan udara dilakukan pada tanggal 10 Februari 2016. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan UAV tipe *fixed wings* yang dilengkapi kamera non-metrik tipe Sony alpha 100. Lokasi *base take off landing* UAV yang digunakan disekitar lokasi pemotretan. Tahapan kegiatan pemotretan udara adalah persiapan, pemotretan dan pengecekan foto. Persiapan yang dilakukan sebelum pemotretan udara adalah pengecekan sistem UAV, pemasangan kamera dan *input* jalur terbang ke dalam sistem *autopilot* pesawat. Sebelum UAV melakukan misi pemotretan udara yang sesungguhnya, dilakukan uji terbang untuk mengecek kemungkinan terjadinya permasalahan pada sistem UAV. Setelah UAV siap untuk terbang, pilot menerbangkan UAV hingga ketinggian dan jalur yang ditentukan, kemudian sistem *autopilot* dijalankan dan UAV secara otomatis terbang mengikuti jalur terbangnya dan melakukan pemotretan sesuai rencana terbang. Selama UAV melakukan misi terbang di udara, *ground control station* mengawasi kondisi pesawat seperti kecepatan, ketinggian, kondisi baterai serta jalur terbangnya. Ketika misi pemotretan udara telah selesai, pilot akan mengambil alih sistem *autopilot* dan membawa pesawat kembali ke lokasi *take.off landing* untuk melakukan pendaratan.

Ketika pesawat telah mendarat, hal pertama yang dilakukan adalah untuk memindahkan data foto udara hasil pemotretan ke komputer, selanjutnya mengecek kondisi baterai kamera, mengisi bahan bakar dan melakukan input jalur terbang untuk misi pemotretan berikutnya. Foto udara yang telah didapat kemudian di cek untuk melihat kualitas gambar (*blur* atau tidak), besarnya *overlap* antar foto, adanya foto yang miring dan kesesuaian antara persebaran foto udara dengan jalur terbang.

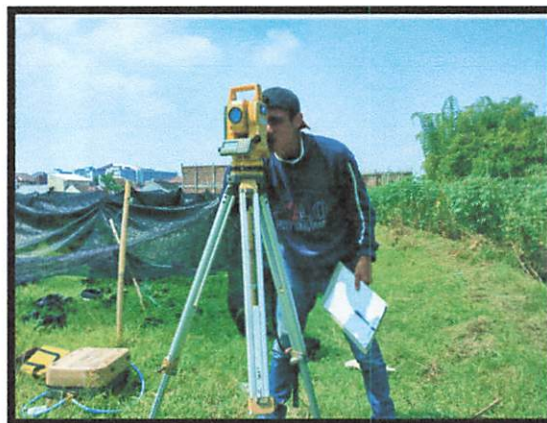


Gambar 3.6 Persiapan Pemotretan UAV.

3.4.2 Pengukuran Luas Sawah Menggunakan Total Station

Langkah-langkah dalam pengukuran luas sawah dengan menggunakan Total Station adalah sebagai berikut :

1. Memasang alat di atas patok dan melakukan *centering*. Sentering alat di titik 2, target *backsight* di titik 1 dan target *foresight* di titik 3



Gambar 3.7 Pelaksanaan Pengukuran.

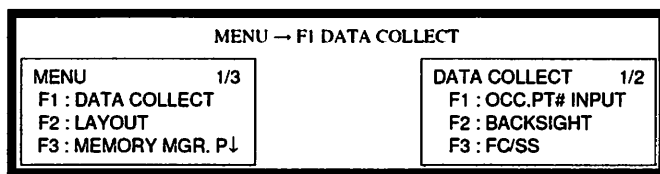
2. Memasang reflektor/prisma yang akan digunakan sebagai *backsight* dan *foresight*.



Gambar 3.8 Memasang Reflektor/Prisma.

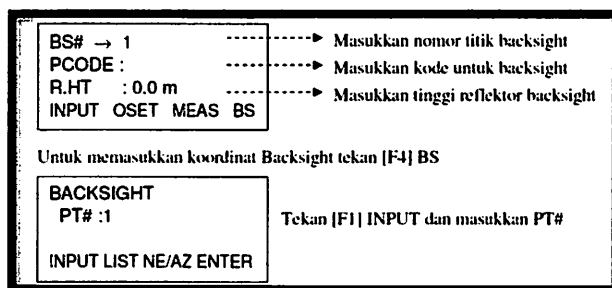
3. Mengukur tinggi alat.

4. Hidupkan alat dengan menekan tombol ON.
5. Menghapus data lama (data yang sudah ditransfer ke PC).
6. Bidik titik 1 (*backsight*), set 0 bacaan horizontal dengan menekan tombol 0 SET.
7. Untuk memulai pengukuran masuk ke mode pengukuran (DATA COLLECT):



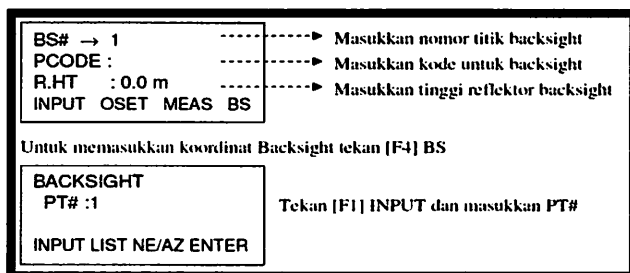
Gambar 3.9 Mulai pengukuran.

8. Memasukkan informasi tempat berdiri alat, tekan tombol [F1] OCC. ST# INPUT.



Gambar 3.10 Memasukkan data berdiri alat.

9. Memasukkan informasi titik *backsight* (BS), dari menu DATA COLLECT tekan [F2] BACKSIGHT.



BS# → 1 PCODE : BS R.HT : 1.50 m INPUT OSET MEAS BS	Tekan [F3] MEAS untuk membidik backsight
BS# → 1 PCODE : BS R.HT : 1.50 m VH *SD NEZ NP/P	Tekan [F2] SD (Slope Distance) atau [F3] NEZ SD : untuk perekaman data jarak, sudut NEZ : untuk perekaman data koordinat
V : 90°00'00" HR : 120°30'15" SD*[n] <<< m > Measuring....	

Gambar 3.11 Memasukan data *backsight*.

10. Memasukkan informasi titik foresight (FS), dari menu DATA COLLECT pilih [F3] FS/SS.

PT# → 3	-----▶	Masukkan nomor titik foresight
PCODE : FS	-----▶	Masukkan kode untuk foresight
R.HT : 1.455 m	-----▶	Masukkan tinggi reflektor foresight
INPUT OSET MEAS ALL		
Untuk mengukur titik foresight tekan [F3] MEAS		

Gambar 3.12 Memasukan data *foresight*.

11. Setelah pengukuran *foresight*, maka alat akan kembali ke tampilan awal, selanjutnya melakukan pengukuran detail, tekan tombol search, lalu pilih kode yang sesuai dengan titik detail yang akan di ukur, tekan ALL untuk merekam.

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Pembuatan Orthophoto dari Citra Foto

Untuk dapat melihat daerah yang dipotret secara keseluruhan maka dibuat mosaik baik dari foto asli atau foto yang telah direktifikasi. Foto yang dipakai untuk pembuatan mosaik *orthophoto* ini berjumlah 422 foto. Di dalam pembuatan mosaik foto dapat menggunakan bantuan dari beberapa *software*, salah satunya adalah *Agisoft Photoscan*.

Jumlah foto yang dapat diproses oleh PhotoScan tergantung pada parameter RAM yang digunakan, dengan asumsi bahwa resolusi foto tunggal dari urutan 10 MPx, RAM 2GB sudah cukup untuk membuat model

yang didasarkan pada 20 sampai 30 foto. Untuk memproses hingga 200-500 foto, disarankan menggunakan RAM 16GB atau spesifikasi yang lebih baik.

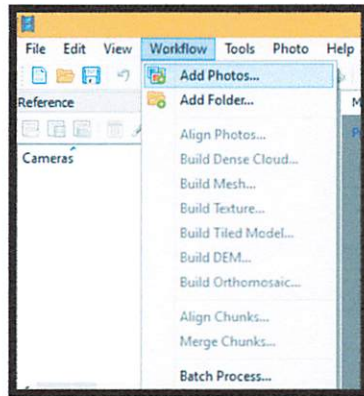
Tahapan pembuatan mozaik orthophoto menggunakan *Agisoft Photoscan* sebagai berikut :

1. Membuka *software Agisoft Photoscan*

Pada *desktop* pilih *icon Agisoft Photoscan* lalu *Open*

2. Add Photos

Pilih Add Photos pada menubar Workflow, kemudian ambil data foto udara yang akan digunakan pada direktori penyimpanan



Gambar 3.13 Tampilan *workflow-Add photo*.

3. Import EXIF

Setelah *Add Photo*, selanjutnya melakukan proses *Import EXIF* yaitu dengan mengambil metadata yang terdapat pada data foto, berupa koordinat.

kamera atau koordinat pusat foto dalam sistem koordinat tanah. Prosesnya dilakukan dengan cara pilih panel ***Import EXIF*** pada jendela *Ground Control*, kemudian data koordinat kamera akan muncul di tabel *image* yang terdapat pada jendela *Ground Control* seperti berikut.

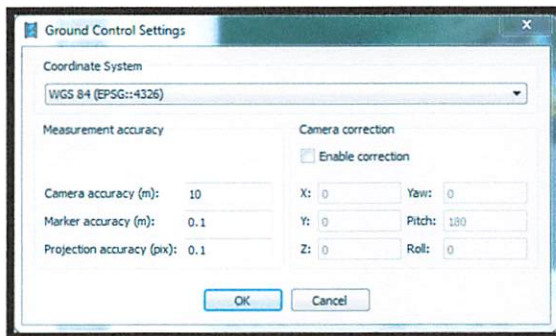
*Apabila foto tidak mempunyai metadata koordinat foto, maka proses ini tidak perlu dilakukan, hanya saja membutuhkan titik GCP pada proses transformasi koordinat 3D.

Cameras	X/East	Y/North	Z/Altitude	Error (m)
✓ DSC07139.JPG	112.632492	-7.908303	938.267081	40.565790
✓ DSC07140.JPG	112.632439	-7.908645	938.673333	43.779416
✓ DSC07141.JPG	112.632294	-7.909146	939.157718	37.146317
✓ DSC07142.JPG	112.632187	-7.909487	940.267081	42.987324
✓ DSC07143.JPG	112.632050	-7.910007	940.954590	36.693580
✓ DSC07144.JPG	112.631920	-7.910534	941.063966	30.109387
✓ DSC07145.JPG	112.631836	-7.910892	940.860841	33.784548
✓ DSC07146.JPG	112.631699	-7.911416	941.735849	26.608725
✓ DSC07147.JPG	112.631599	-7.911754	942.298343	30.952623
✓ DSC07148.JPG	112.631447	-7.912263	942.313965	24.294565
✓ DSC07149.JPG	112.631348	-7.912612	943.126464	31.697648
✓ DSC07150.JPG	112.631226	-7.913130	943.798343	24.806989
✓ DSC07151.JPG	112.631134	-7.913476	943.845214	36.053114
✓ DSC07152.JPG	112.630974	-7.914035	941.813965	21.576223
✓ DSC07153.JPG	112.630867	-7.914429	938.360839	38.507029
✓ DSC07154.JPG	112.630760	-7.914824	936.642089	37.789369
✓ DSC07155.JPG	112.630661	-7.915217	935.298343	37.587597
✓ DSC07156.JPG	112.630508	-7.915797	933.845214	20.870228
✓ DSC07157.JPG	112.630394	-7.916180	934.657718	30.250351
✓ DSC07158.JPG	112.630280	-7.916571	934.063966	34.367577
✓ DSC07159.JPG	112.630173	-7.916958	933.563964	38.952006
✓ DSC07160.JPG	112.630020	-7.917541	934.345216	26.159077

Gambar 3.14 Tabel *Image* pada jendela *Ground Control*.


Kemudian melakukan pengaturan *Ground Control*, klik ikon *setting* 

→ Pada *Coordinat System* pilih WGS 84 (EPSG::4326) → **OK**.





Gambar 3.15 Jendela *Ground Control Setting*.

4. Masking photo

Pilih icon  *rectangle selection* untuk melakukan proses *masking* foto. *Masking* foto digunakan untuk memilih bagian foto yang tidak diikutkan proses pengolahan karena terdapat obyek penghalang atau karena terletak pada bagian tepi foto (reduksinya besar). Tarik dari ujung kiri atas ke ujung kanan bawah sehingga terbentuk kotak area *masking*. Buat kotak tersebut kira-kira 5 % sampai 10 % dari area tepi foto.



Gambar 3.16 *Masking* area tepi foto.

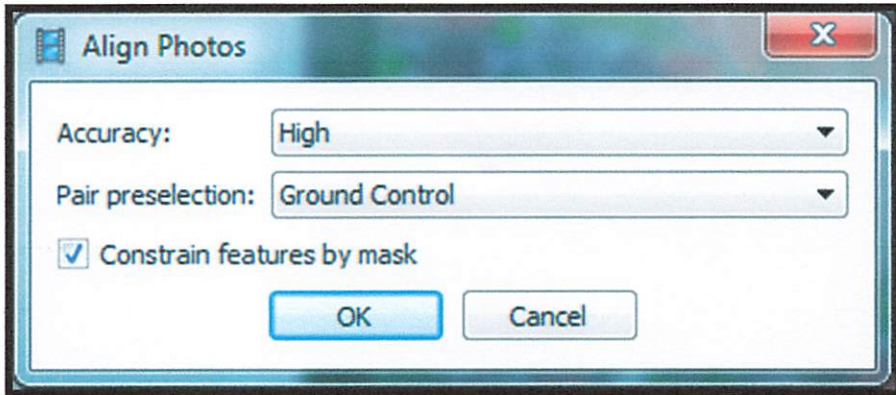
Klik icon  *Invert selection* pada *toolbar edit* diatas tampilan foto untuk mengganti *area masking* menjadi area tepi foto lalu  klik icon *add selection* maka tampilan *masking* foto akan seperti gambar 3.17



Gambar 3.17 Hasil *masking* foto.

5. Align photo

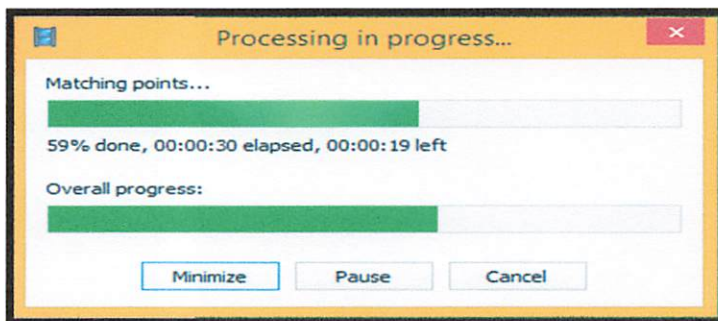
Proses ini bertujuan untuk mencari pasangan *tie point* dan penyusunan *orthofoto*. Pada menu *Workflow*, pilih ***Align Photos***. Akan muncul jendela *Align Photos*, lakukan pengaturan *Accuracy* sesuai keperluan, pilih ***Ground Control*** pada pilihan ***Pair preselection*** dan centang pada ***Constrain features by mask***, kemudian klik ***OK***.



Gambar 3.18 Tampilan jendela *align photos*.

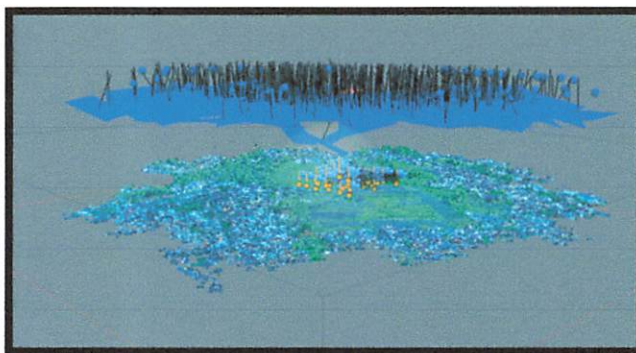
*Apabila foto udara tidak mempunyai meta data koordinat kamera (data EXIF) , maka pada **pair selection** : pilih **Generic**, bukan **Ground Control**.

Tunggu proses *mosaic* foto selesai. Lama waktu tergantung kondisi data dan jumlah data.



Gambar 3.19 *processing in progress align photos*.

6. Tampilan *point cloud* hasil proses *align photo* dapat dilihat pada gambar 3.20

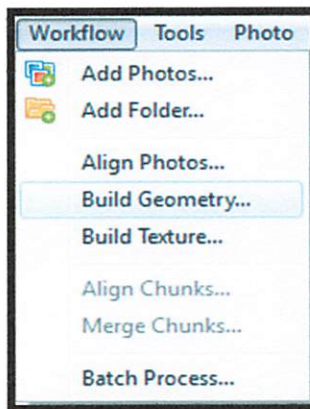


Gambar 3.20 *point cloud* hasil proses *align photo*.

Proses *align photo* juga melakukan koreksi *geometric*, koreksi *radio metric* atau penyesuaian nilai *spectral*.

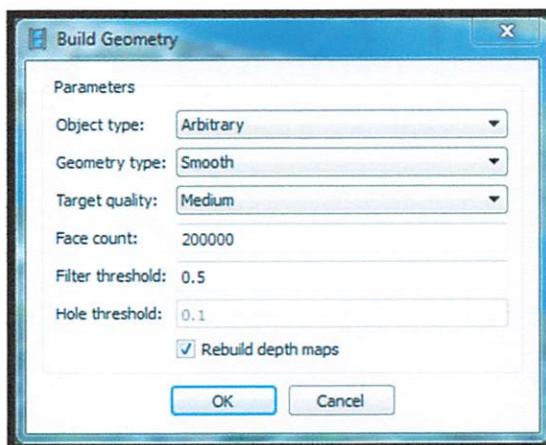
7. Build geometry

Pemodelan geometri pada langkah ini hanya berdasarkan data *point cloud* saja. Melakukan proses penyusunan geometri 3D hanya berdasar *point cloud* sebelum menempatkan titik GCP. Pada menu **Workflow**, Klik **Build Geometry**.



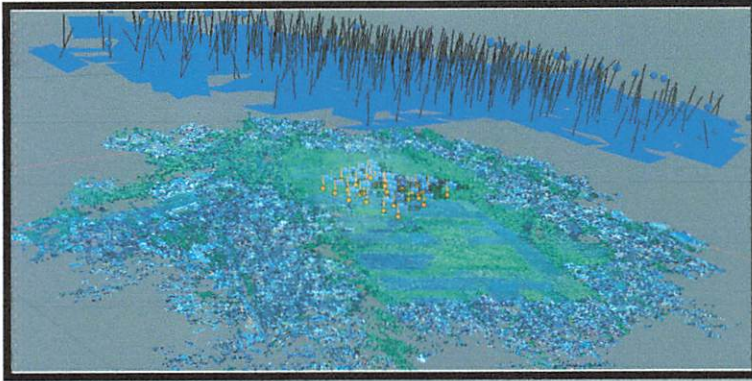
Gambar 3.21 Menubar *workflow-build geometry*.

Maka akan muncul jendela *Build Geometry*. Lakukan pengaturan *Build Geometry*, pada **Object type** pilih *Point cloud*, pada **Target Quality** pilih sesuai keperluan kemudian klik **OK**.



Gambar 3.22 Tampilan Jendela *Build Geometry*.


Tunggu hingga proses *build geometry* selesai. Lama waktu tergantung kondisi data dan jumlah data. Hasil tampilan proses *Build geometry* seperti gambar 3.23.

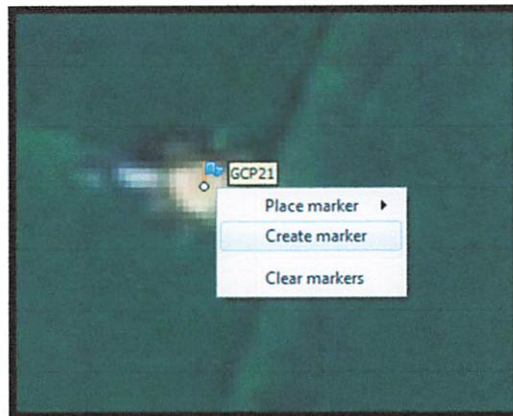


Gambar 3.23 Tampilan hasil *Build Geometry*.

8. Transformasi koordinat konform 3D


Pada tahap ini terlebih dahulu dilakukan identifikasi posisi GCP secara tepat dengan memberikan tanda (*marker*) pada tekstur 3D *project*, dapat dilihat pada Gambar 3.24.

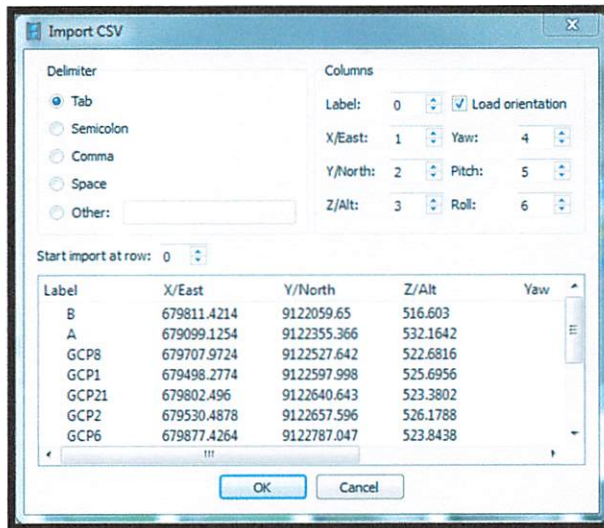
Klik icon  **Create Marker** untuk memulai menentukan letak titik kontrol pada foto. Letakan kursor pada lokasi dimana titik kontrol berada, kemudian klik kanan dan pilih *create marker*.



Gambar 3.24 Tampilan *create marker*.

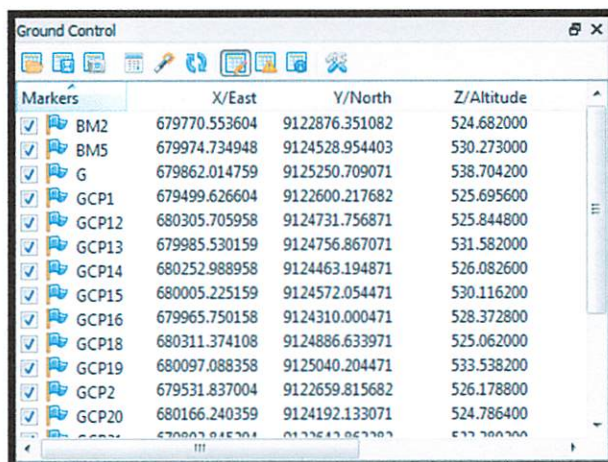
Pada **Ground Control panel**, masukan nilai koordinat x dan y dan tinggi (z). Melakukan hal serupa untuk semua titik kontrol (GCP) yang digunakan.

Pilih panel *import*  → pilih data GCP pada direktori penyimpanan
 → Open → OK.




Gambar 3.25 Tampilan jendela import CSV.

Nama *Label* atau *point* harus sama dengan nama *point* pada saat *marker*, maka nilai koordinat tersebut akan masuk pada tabel *ground control* seperti berikut.

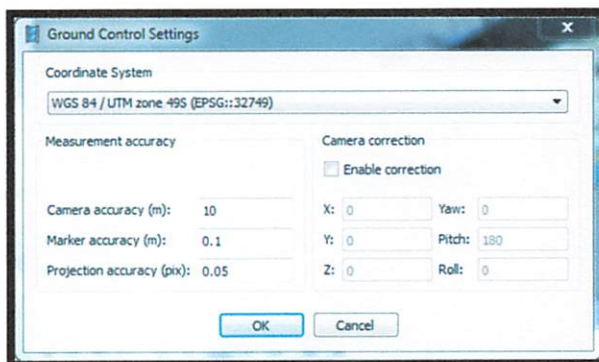


Markers	X/East	Y/North	Z/Altitude
<input checked="" type="checkbox"/> BM2	679770.553604	9122876.351082	524.682000
<input checked="" type="checkbox"/> BM5	679974.734948	9124528.954403	530.273000
<input checked="" type="checkbox"/> G	679862.014759	9125250.709071	538.704200
<input checked="" type="checkbox"/> GCP1	679499.626604	9122600.217682	525.695600
<input checked="" type="checkbox"/> GCP12	680305.705958	9124731.756871	525.844800
<input checked="" type="checkbox"/> GCP13	679985.530159	9124756.867071	531.582000
<input checked="" type="checkbox"/> GCP14	680252.988958	9124463.194871	526.082600
<input checked="" type="checkbox"/> GCP15	680005.225159	9124572.054471	530.116200
<input checked="" type="checkbox"/> GCP16	679965.750158	9124310.000471	528.372800
<input checked="" type="checkbox"/> GCP18	680311.374108	9124886.633971	525.062000
<input checked="" type="checkbox"/> GCP19	680097.088358	9125040.204471	533.538200
<input checked="" type="checkbox"/> GCP2	679531.837004	9122659.815682	526.178800
<input checked="" type="checkbox"/> GCP20	680166.240359	9124192.133071	524.786400

Gambar 3.26 Tampilan Tabel GCP Jendela *Ground control*.

Karena koordinat GCP merupakan koordinat dengan sistem proyeksi UTM maka lakukan pengaturan *Ground Control* dengan cara checklist data GCP dan unchecklist data kamera → klik *icon setting*  → Pada *Coordinat System* pilih WGS 84/UTM Zone 49S → lakukan pengaturan

pada marker akurasi : 0.005 (pastikan ketelitian GCP lebih tinggi dibanding ketelitian posisi GPS kamera)→ **OK**.



Gambar 3.27 Tampilan Jendela *Ground Control Setting*.

*Untuk pengolahan data UAV sebaiknya jangan gunakan data **EXIF** pada proses transformasi 3D, hal tersebut dikarenakan metadata dari UAV (data EXIF) mengandung banyak kesalahan oleh karena itu *unchecklist* data kamera yang terdapat pada Jendela *Ground Control* sebelum proses *build geometri* ulang.

Kesalahan (RMSE) dapat dilihat pada halaman tampilan *list* GCP dengan menggeser ke sisi kanan nilai koordinat.

Markers	X/East	Y/North	Z/Altitude	Error (m)	Projections	Error (pix)
✓ GCP13	679985.530159	9124756.867071	531.582000	0.391209	23	0.717
✓ GCP14	680252.988958	9124463.194871	526.082600	0.254867	17	1.097
✓ GCP15	680005.225159	9124572.054471	530.116200	0.196797	13	0.607
✓ GCP16	679965.750158	9124310.000471	528.372800	0.090801	13	0.661
✓ GCP18	680311.374108	9124886.633971	525.062000	0.167135	16	0.614
✓ GCP19	680097.088358	9125040.204471	533.538200	0.200356	18	0.960
✓ GCP2	679531.837004	9122659.815682	526.178800	0.080844	18	0.684
✓ GCP20	680166.240359	9124192.133071	524.786400	0.308884	16	0.910
✓ GCP21	679803.845204	9122642.863282	523.380200	0.247031	19	0.817
✓ GCP22	680227.613758	9124750.576871	527.055800	0.105127	20	0.817
✓ GCP4	679638.409271	9122874.204416	528.429800	0.400302	20	0.894
✓ GCP6	679878.775604	9122789.266882	523.843800	0.110380	19	1.513
✓ GCP8	679709.321604	9122529.862282	522.681600	0.267251	15	0.708
Total Error				0.241296		0.881

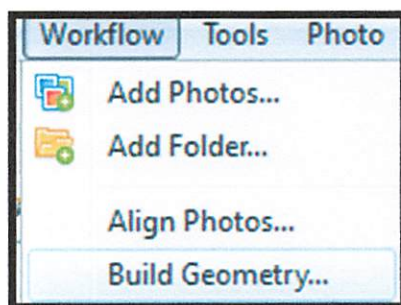
Gambar 3.28 Tampilan *Ground Control*.

Apabila ada **point marker** yang tidak terletak pada posisi seharusnya lakukan *editing* dengan mengklik icon **Edit marker** lalu lakukan pergeseran manual pada **point marker** menuju posisi yang semestinya.



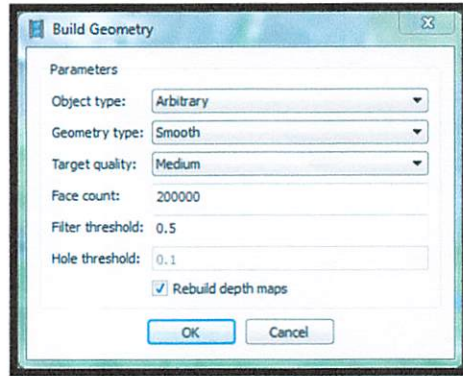
Gambar 3.29 Point Marker GCP.

Jika sudah, proses berikutnya adalah proses *build geometry* untuk kedua kalinya, *build geometry* ini sudah berdasarkan titik ikat / GCP. Langkah yang ditempuh sama seperti *build geometry* pada proses sebelumnya yakni *click build geometry* pada menu *workflow*.



Gambar 3.30 Workflow-Build Geometry.

Maka akan muncul jendela *Build Geometry*, lakukan pengaturan : **Object type : Height field** , **Geometry Type : Smooth** , **Target Quality : Medium** , **face count : 1000000**.

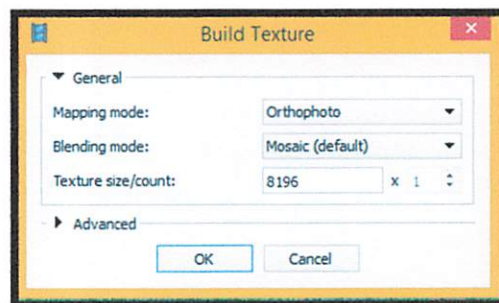


Gambar 3.31 Tampilan jendela *build geometry*.

Tunggu proses hingga selesai. Lama waktu tergantung kondisi data dan jumlah data.

9. Build Texture

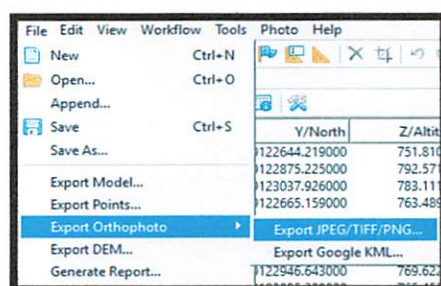
Melakukan proses **Build Texture** pada menu **Workflow**. Pada **Mapping mode** pada pilihan **Orthofoto**. Pilih **Mosaic** pada kolom **Blending mode**. Pada **Texture size/count** diisikan sesuai keperluan. Kemudian klik **OK**.



Gambar 3.32 Tampilan jendela *Build Texture*.

10. Export Orthophoto

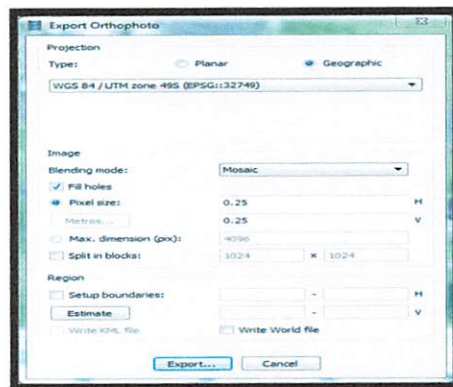
Output orthofoto dapat disimpan dengan memilih menu **File** → **Export Orthophoto** → **Export jpeg/tiff/png**.



Gambar 3.33 Menubar *File - Export Orthophoto*.

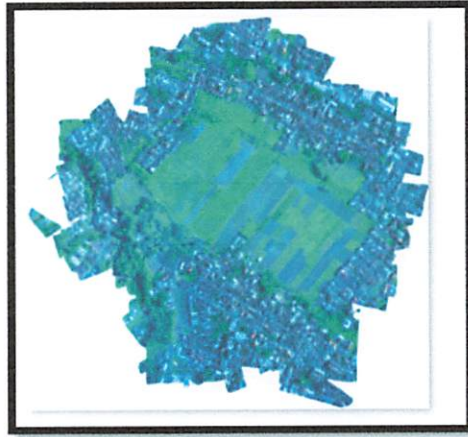
*Orthophoto dapat di *export* ke format JPEG, TIFF dan PNG serta dapat di *export* ke dalam format KML. Untuk keperluan penggunaan data mentah untuk proses pengolahan lanjutan dapat di *export* ke format JPEG/TIFF/PNG. Apabila orthophoto akan digunakan untuk keperluan **publish web**, maka *Export Orthophoto* dapat langsung ke dalam format Google KML.

Pada *Type* pilih **Geographic**. Pada **Blending mode** pilih **mosaic**. Tentukan resolusi output yang diinginkan dengan klik pada **Metres**, jika tidak diganti maka resolusi akan disesuaikan kondisi foto hasil perekaman UAV. Klik **Export**.

Gambar 3.34 Tampilan jendela *export orthophoto*.

Menentukan nama dan direktori untuk menyimpan *Orthofoto*. Pada **Save as type** pilih format **Orthophoto** yang disimpan sesuai keperluan (*.tif, *.jpg, *.png). Lalu klik **Save**.

Hasil tampilan **Orthophoto** yang telah di **save** lihat gambar 3.30 dibawah ini.

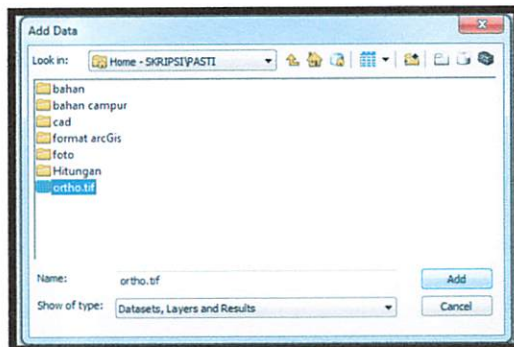


Gambar 3.35 Tampilan *orthophoto* mosaik.

3.5.2 Identifikasi dan Perhitungan Luas obyek Sawah Pada Orthophoto

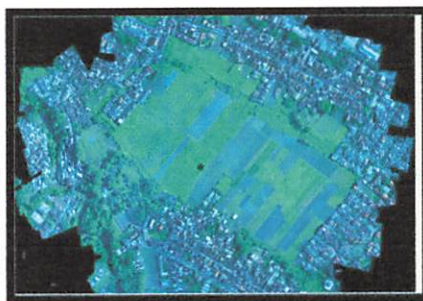
Berikut tahapan identifikasi orthophoto :

- 1) Buka ArcMap 10.1.
- 2) klik Add data pada menu toolbar pilih folder orthophoto lalu klik ok.



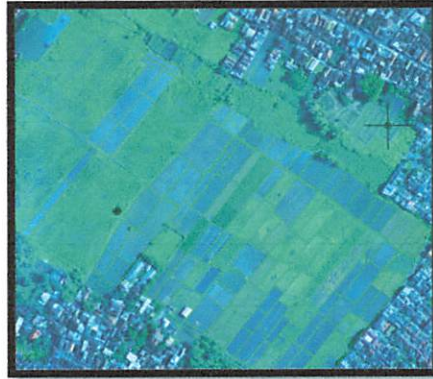
Gambar 3.36 Add Orthophoto.

- 3) Tampilan *orthophoto* pada ArcMap 10.1



Gambar 3.37 Tampilan Orthophoto.

- 4) Digitasi obyek sawah yang mempunyai luasan pada orthophoto, seperti petak sawah.



Gambar 3.38 Digitasi petak sawah.

- 5) Menghitung luas obyek sawah yang telah diidentifikasi dengan mengklik kanan pada layer identifikasi sawah lalu open atribut maka akan muncul seperti gambar berikut

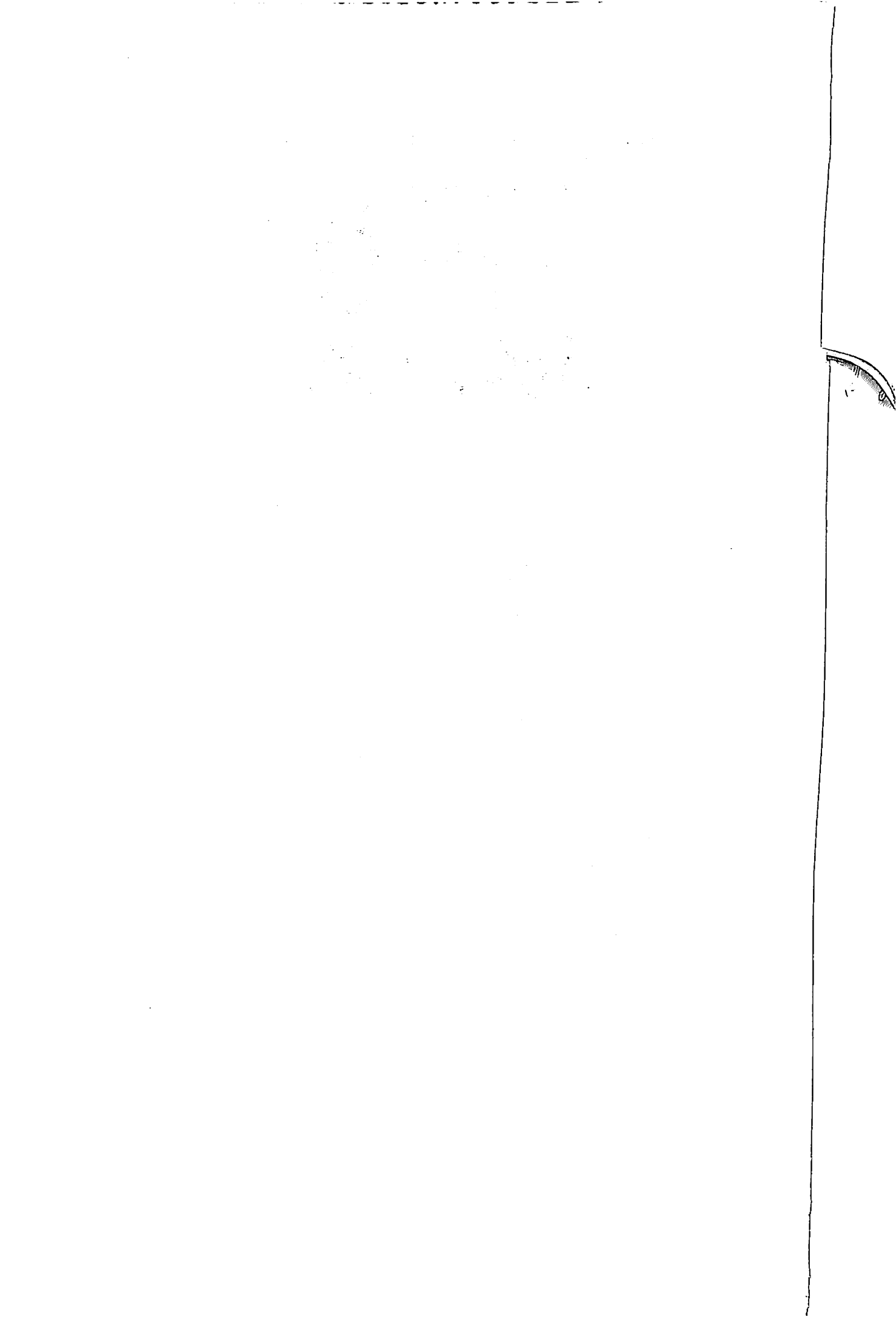
 A screenshot of a GIS attribute table window titled "identifikasi sawah". The table has four columns: FID, Shape, luas, and ID_1. The data rows show various polygon features with their corresponding area values in the "luas" column.

FID	Shape	luas	ID_1
140	Polygon	310.29087	1
0	Polygon	415.535501	2
4	Polygon	664.237867	3
5	Polygon	689.776881	4
6	Polygon	675.664721	5
9	Polygon	595.415934	6
1	Polygon	934.38929	7
141	Polygon	219.329426	8
2	Polygon	913.391091	9
10	Polygon	722.408266	10
7	Polygon	714.708833	11
8	Polygon	503.349879	12
11	Polygon	445.973172	13
3	Polygon	508.696833	14
16	Polygon	415.783622	15
13	Polygon	359.681229	16
12	Polygon	420.527141	17
20	Polygon	666.946075	18

Gambar 3.39 luasan area sampel.

3.5.3 Pengolahan Data Pengukuran Obyek Sawah Menggunakan Total Station

Perhitungan data dilakukan secara digital menggunakan software Microsoft excel, dengan rumus yang mengacu pada dasar teori.



Tampilan data proses perhitungan data Total Station :

2.591	1.487613	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.592	1.487614	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.593	1.487615	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.594	1.487616	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.595	1.487617	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.596	1.487618	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.597	1.487619	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.598	1.487620	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.599	1.487621	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2.600	1.487622	966	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Gambar.3.40 Hasil Pengolahan Luasan Obyek Sawah.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari serangkaian proses pengukuran dan pengolahan data, menghasilkan data – data yang digunakan untuk analisa dan pembahasan dalam penelitian ini, antara lain :

4.1.1 Hasil Mosaik Orthophoto

Mosaik yang secara benar dapat digunakan untuk analisa dalam bidang pemetaan yakni mosaik orthophoto, karena foto telah direproduksi dengan koreksi kesalahan kemiringan pesawat, relief dan distorsi lensa, sehingga gambaran obyek pada foto tersebut dalam posisi benar. Mosaik yang dihasilkan dari *Agisoft Photoscan* berupa *file* (*.GeoTiff) dengan ukuran *file* antara 388 MB dengan RMSe sebesar 0.408.

Pertampalan dari 422 foto udara yang membentuk satu mosaik yang dihasilkan terlihat baik, dikarenakan ukuran piksel dari mosaik *Orthophoto* yang dihasilkan sebesar 0.109575 m / pixel, sehingga jika dilakukan perbesaran gambar untuk beberapa kali masih terlihat baik. Pemilihan nilai piksel tergantung pada tujuan penggunaan mosaik, semakin kecil nilai piksel maka semakin tinggi kualitas gambar yang dihasilkan. Dari analisis di atas dapat dikatakan bahwa kualitas visual mosaik melalui pengolahan data foto udara menggunakan *software Agisoft Photoscan* dengan spesifikasi *high* menghasilkan mosaik dengan kualitas baik dan dapat digunakan untuk analisa skala besar. Tampilan mosaik *orthophoto* dapat di lihat pada lampiran

4.1.2 Luasan Sawah Hasil Identifikasi pada Orthophoto

Proses identifikasi luasan petak sawah menggunakan *software ArcMap 10.1* sebanyak 145 luasan dari citra foto udara yang dianalisa, berikut adalah hitungan luasan yang dihasilkan pada proses identifikasi citra foto udara :

Tabel 4.1 Hitungan Luasan Obyek Sawah Hasil Identifikasi dan Pengukuran orthophoto

NO	Luas Identifikasi Sawah	Luas (m) ²	Luas (Ha)
1	B1	320.147	0.032015
2	B2	415.536	0.041554
3	B3	668.971	0.066897
4	B4	685.550	0.068555
5	B5	675.665	0.067566
6	B6	595.416	0.059542
7	B7	934.389	0.093439
8	B8	223.879	0.022388
9	B9	917.103	0.09171
10	B10	728.572	0.072857
11	B11	725.644	0.072564
12	B12	492.688	0.049269
13	B13	437.091	0.043709
14	B14	491.871	0.049187
15	B15	414.248	0.041425
16	B16	351.474	0.035147
17	B17	403.985	0.040399
18	B18	682.488	0.068249
19	B19	580.476	0.058048
20	B20	773.947	0.077395
21	B21	558.777	0.055878
22	B22	446.784	0.044678
23	B23	535.263	0.053526
24	B24	239.178	0.023918
25	B25	143.438	0.014344

NO	Luas Identifikasi Sawah	luas (m) ²	Luas (Ha)
26	B26	734.461	0.073446
27	B27	1040.975	0.104098
28	B28	855.529	0.085553
29	B29	760.580	0.076058
30	B30	935.927	0.093593
31	B31	835.181	0.083518
32	B32	112.595	0.01126
33	B33	565.257	0.056526
34	B34	607.004	0.0607
35	B35	352.621	0.035262
36	B36	118.851	0.011885
37	B37	767.587	0.076759
38	B38	1247.199	0.12472
39	B39	1489.240	0.148924
40	B40	1230.492	0.123049
41	B41	1371.790	0.137179
42	B42	1302.617	0.130262
43	B43	2693.189	0.269319
44	B44	497.923	0.049792
45	B45	650.784	0.065078
46	B46	270.334	0.027033
47	B47	613.824	0.061382
48	B48	584.839	0.058484
49	B49	405.002	0.0405
50	B50	1548.565	0.154856
51	B51	700.958	0.070096
52	B52	1106.515	0.110652
53	B53	1123.790	0.112379
54	B54	503.219	0.050322
55	B55	320.678	0.032068
56	B56	539.035	0.053903
57	B57	756.842	0.075684
58	B58	681.961	0.068196
59	B59	487.703	0.04877
60	B60	610.136	0.061014
61	B61	719.692	0.071969
62	B62	692.417	0.069242
63	B63	1054.245	0.105425
64	B64	1312.525	0.131253
65	B65	1151.454	0.115145
66	B66	711.346	0.071135
67	B67	734.461	0.073446

NO	Luas Identifikasi Sawah	luas (m) ²	Luas (Ha)
68	B68	445.069	0.044507
69	B69	692.085	0.069208
70	B70	982.650	0.098265
71	B71	675.763	0.067576
72	B72	497.177	0.049718
73	B73	808.344	0.080834
74	B74	956.815	0.095681
75	B75	1067.425	0.106743
76	B76	830.734	0.083073
77	B77	641.844	0.064184
78	B78	1305.990	0.130599
79	B79	1819.478	0.181948
80	B80	844.561	0.084456
81	B81	771.410	0.077141
82	B82	1256.386	0.125639
83	B83	911.596	0.09116
84	B84	775.850	0.077585
85	B85	1394.514	0.139451
86	B86	371.775	0.037178
87	B87	450.530	0.045053
88	B88	775.535	0.077553
89	B89	484.117	0.048412
90	B90	813.387	0.081339
91	B91	683.470	0.068347
92	B92	784.259	0.078426
93	B93	1348.520	0.134852
94	B94	840.068	0.084007
95	B95	1109.016	0.110902
96	B96	595.793	0.059579
97	B97	1178.602	0.11786
98	B98	903.665	0.090367
99	B99	739.954	0.073995
100	B100	775.558	0.077556
101	B101	951.568	0.095157
102	B102	915.266	0.091527
103	B103	508.927	0.050893
104	B104	884.485	0.088449
105	B105	573.384	0.057338
106	B106	839.020	0.083902
107	B107	1145.573	0.114557
108	B108	840.372	0.084037
109	B109	460.191	0.046019
110	B110	1564.568	0.156457
111	B111	452.755	0.045275

NO	Luas Identifikasi Sawah	luas (m)2	Luas (Ha)
112	B68	358.281	0.035828
113	B69	652.376	0.065238
114	B70	376.863	0.037686
115	B71	511.690	0.051169
116	B72	690.389	0.069039
117	B73	980.761	0.098076
118	B74	713.912	0.071391
119	B75	622.909	0.062291
120	B76	624.780	0.062478
121	B77	677.847	0.067785
122	B78	572.370	0.057237
123	B79	858.265	0.085826
124	B80	432.818	0.043282
125	B81	748.913	0.074891
126	B82	742.279	0.074228
127	B83	1178.728	0.117873
128	B84	468.675	0.046867
129	B85	739.387	0.073939
130	B86	698.747	0.069875
131	B87	973.599	0.09736
132	B88	718.677	0.071868
133	B89	867.863	0.086786
134	B90	462.667	0.046267
135	B91	473.839	0.047384
136	B92	672.792	0.067279
137	B93	701.414	0.070141
138	B94	445.747	0.044575
139	B95	577.915	0.057791
140	B96	693.998	0.0694
141	B97	750.383	0.075038
142	B98	433.751	0.043375
143	B99	507.131	0.050713
144	B100	761.073	0.076107
145	B101	971.233	0.097123

4.1.3 Luasan Sawah Hasil Pengukuran Total Station

Proses pengukuran luasan petak sawah menggunakan *Total Station* terhadap objek yang telah diidentifikasi dari citra foto udara merupakan luasan pembanding dan dianggap teliti. Berikut adalah luasan objek yang dihasilkan dari proses pengukuran *Total Station*

Tabel 4.2 Hitungan Luasan Petak Sawah Hasil Pengukuran Total Station

NO	Luas Identifikasi Sawah	luas (m ²)	Luas (Ha)
1	B1	321.4064	0.032141
2	B2	427.3763	0.042738
3	B3	686.8915	0.068689
4	B4	682.669	0.068267
5	B5	671.1088	0.067111
6	B6	586.1924	0.058619
7	B7	915.8446	0.091584
8	B8	216.9691	0.021697
9	B9	910.354	0.091035
10	B10	751.6442	0.075164
11	B11	733.4433	0.073344
12	B12	491.0971	0.04911
13	B13	419.43	0.041943
14	B14	512.8933	0.051289
15	B15	397.8592	0.039786
16	B16	348.961	0.034896
17	B17	399.9238	0.039992
18	B18	682.3684	0.068237
19	B19	586.3458	0.058635
20	B20	780.226	0.078023
21	B21	563.0012	0.0563
22	B22	448.7048	0.04487
23	B23	531.5201	0.053152
24	B24	227.9003	0.02279
25	B25	143.4195	0.014342
26	B26	371.2171	0.037122

NO	Luas Identifikasi Sawah	luas (m ²)	Luas (Ha)
27	B27	742.0318	0.074203
28	B28	1035.041	0.103504
29	B29	870.6835	0.087068
30	B30	764.892	0.076489
31	B31	951.133	0.095113
32	B32	826.6158	0.082662
33	B33	113.5737	0.011357
34	B34	564.3171	0.056432
35	B35	611.5418	0.061154
36	B36	358.5877	0.035859
37	B37	125.6251	0.012563
38	B38	764.0728	0.076407
39	B39	1252.914	0.125291
40	B40	1487.656	0.148766
41	B41	1216.817	0.121682
42	B42	1359.812	0.135981
43	B43	1307.476	0.130748
44	B44	2702.265	0.270227
45	B45	512.1538	0.051215
46	B46	656.5892	0.065659
47	B47	259.7911	0.025979
48	B48	584.6108	0.058461
49	B49	571.7321	0.057173
50	B50	400.7498	0.040075
51	B51	1579.895	0.15799
52	B52	704.0131	0.070401
53	B53	1115.089	0.111509
54	B54	1113.246	0.111325
55	B55	518.2919	0.051829
56	B56	325.2823	0.032528
57	B57	544.3981	0.05444
58	B58	747.4333	0.074743
59	B59	674.7182	0.067472
60	B60	508.5626	0.050856
61	B61	618.5992	0.06186
62	B62	705.5746	0.070557
63	B63	695.7859	0.069579
64	B64	1061.504	0.10615
65	B65	1316.452	0.131645
66	B66	1135.484	0.113548
67	B67	698.0491	0.069805
68	B68	439.4062	0.043941

NO	Luas Identifikasi Sawah	luas (m)	Luas (Ha)
69	B69	674.455	0.067446
70	B70	1005.557	0.100556
71	B71	668.6804	0.066868
72	B72	501.4946	0.050149
73	B73	811.1633	0.081116
74	B74	956.4339	0.095643
75	B75	1061.659	0.106166
76	B76	861.3059	0.086131
77	B77	633.7672	0.063377
78	B78	1295.841	0.129584
79	B79	1819.003	0.1819
80	B80	840.3865	0.084039
81	B81	794.4725	0.079447
82	B82	1243.981	0.124398
83	B83	913.0946	0.091309
84	B84	782.6904	0.078269
85	B85	1398.412	0.139841
86	B86	378.9393	0.037894
87	B87	441.0275	0.044103
88	B88	775.3857	0.077539
89	B89	488.3925	0.048839
90	B90	809.9291	0.080993
91	B91	681.0022	0.0681
92	B92	777.3566	0.077736
93	B93	1353.869	0.135387
94	B94	831.8776	0.083188
95	B95	1124.736	0.112474
96	B96	573.2088	0.057321
97	B97	1177.884	0.117788
98	B98	900.458	0.090046
99	B99	726.4416	0.072644
100	B100	748.9154	0.074892
101	B101	953.4862	0.095349
102	B102	932.831	0.093283
103	B103	511.79	0.051179
104	B104	887.4678	0.088747
105	B105	584.2524	0.058425
106	B106	849.3556	0.084936
107	B107	1154.198	0.11542
108	B108	832.4596	0.083246
109	B109	446.297	0.04463
110	B110	1554.213	0.155421
111	B111	454.1192	0.045412

4.2 Analisa Hasil

Dari hasil perhitungan luasan objek dari citra *orthophoto* dan pengukuran langsung di lapangan menggunakan Total Station sebanyak 145 luasan tersebut kemudian dihitung selisih tiap luasan objek untuk dicari ketelitiannya.

Analisa data luasan hasil identifikasi citra *orthophoto* terhadap data pengukuran Total Station sebagai nilai sebenarnya. Sehingga diperoleh Perbedaan antara luasan hasil identifikasi terhadap luasan sebenarnya, dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Analisis selisih luas terhadap toleransi luas dari BPN

Bidang	Luas Identifikasi (m ²)	Luas Pengukuran (m ²)	Selisih (m ²)	Syarat BPN	Keterangan
1	320.147	321.406	1.260	8.946	Diterima
2	415.536	427.376	11.841	10.192	Ditolak
3	668.971	686.892	17.921	12.932	Ditolak
4	685.550	682.669	2.881	13.092	Diterima
5	675.665	671.109	4.556	12.997	Diterima
6	595.416	586.192	9.224	12.201	Diterima
7	934.389	915.845	18.545	15.284	Ditolak
8	223.879	216.969	6.910	7.481	Diterima
9	917.103	910.354	6.749	15.142	Diterima
10	728.572	751.644	23.072	13.496	Ditolak
11	725.644	733.443	7.799	13.469	Diterima
12	492.688	491.097	1.591	11.098	Diterima
13	437.091	419.430	17.661	10.453	Ditolak
14	491.871	512.893	21.022	11.089	Ditolak
15	414.248	397.859	16.389	10.177	Ditolak
16	351.474	348.961	2.513	9.374	Diterima
17	403.985	399.924	4.062	10.050	Diterima
18	682.488	682.368	0.119	13.062	Diterima
19	580.476	586.346	5.870	12.047	Diterima
20	773.947	780.226	6.279	13.910	Diterima
21	558.777	563.001	4.224	11.819	Diterima
22	446.784	448.705	1.921	10.569	Diterima
23	535.263	531.520	3.743	11.568	Diterima
24	239.178	227.900	11.278	7.733	Ditolak
25	143.438	143.420	0.018	5.988	Diterima

Bidang	Luas Identifikasi (m ²)	Luas Pengukuran (m ²)	Selisih (m ²)	Syarat BPN	Keterangan
26	366.618	371.217	4.599	9.574	Ditolak
27	734.461	742.032	7.571	13.550	Diterima
28	1040.975	1035.041	5.934	16.132	Diterima
29	855.529	870.683	15.154	14.625	Diterima
30	760.580	764.892	4.312	13.789	Diterima
31	935.927	951.133	15.206	15.296	Ditolak
32	835.181	826.616	8.565	14.450	Diterima
33	112.595	113.574	0.979	5.306	Diterima
34	565.257	564.317	0.939	11.888	Diterima
35	607.004	611.542	4.538	12.319	Diterima
36	352.621	358.588	5.966	9.389	Diterima
37	118.851	125.625	6.774	5.451	Diterima
38	767.587	764.073	3.514	13.853	Diterima
39	1247.199	1252.914	5.715	17.658	Ditolak
40	1489.240	1487.656	1.584	19.295	Diterima
41	1230.492	1216.817	13.675	17.539	Diterima
42	1371.790	1359.812	11.978	18.519	Diterima
43	1302.617	1307.476	4.860	18.046	Diterima
44	2693.189	2702.265	9.076	25.948	Diterima
45	497.923	512.154	14.231	11.157	Diterima
46	650.784	656.589	5.805	12.755	Diterima
47	270.334	259.791	10.543	8.221	Ditolak
48	613.824	584.611	29.214	12.388	Diterima
49	584.839	571.732	13.107	12.092	Ditolak
50	405.002	400.750	4.252	10.062	Ditolak
51	1548.565	1579.895	31.331	19.676	Ditolak
52	700.958	704.013	3.055	13.238	Diterima
53	1106.515	1115.089	8.574	16.632	Ditolak
54	1123.790	1113.246	10.543	16.761	Diterima
55	503.219	518.292	15.073	11.216	Diterima
56	320.678	325.282	4.605	8.954	Diterima
57	539.035	544.398	5.363	11.609	Ditolak
58	756.842	747.433	9.409	13.755	Diterima
59	681.961	674.718	7.243	13.057	Diterima
60	487.703	508.563	20.859	11.042	Diterima
61	610.136	618.599	8.463	12.350	Diterima
62	719.692	705.575	14.118	13.414	Ditolak
63	692.417	695.786	3.369	13.157	Diterima
64	1054.245	1061.504	7.259	16.235	Ditolak
65	1312.525	1316.452	3.927	18.114	Diterima
66	1151.454	1135.484	15.970	16.967	Diterima
67	711.346	698.049	13.297	13.336	Diterima

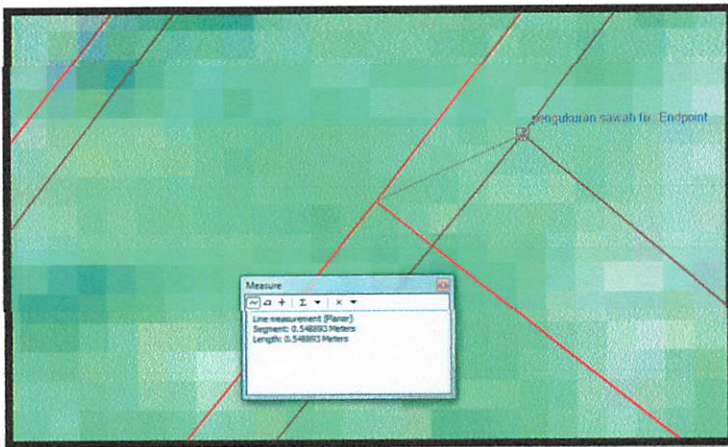
Bidang	Luas Identifikasi (m ²)	Luas Pengukuran (m ²)	Selisih (m ²)	Syarat BPN	Keterangan
68	445.069	439.406	5.663	10.548	Diterima
69	692.085	674.455	17.630	13.154	Ditolak
70	982.650	1005.557	22.907	15.674	Ditolak
71	675.763	668.680	7.082	12.998	Diterima
72	497.177	501.495	4.317	11.149	Diterima
73	808.344	811.163	2.820	14.216	Diterima
74	956.815	956.434	0.381	15.466	Diterima
75	1067.425	1061.659	5.766	16.336	Diterima
76	830.734	861.306	30.572	14.411	Ditolak
77	641.844	633.767	8.076	12.667	Diterima
78	1305.990	1295.841	10.148	18.069	Diterima
79	1819.478	1819.003	0.475	21.328	Diterima
80	844.561	840.386	4.175	14.531	Diterima
81	771.410	794.473	23.063	13.887	Ditolak
82	1256.386	1243.981	12.405	17.723	Diterima
83	911.596	913.095	1.498	15.096	Diterima
84	775.850	782.690	6.841	13.927	Diterima
85	1394.514	1398.412	3.898	18.672	Diterima
86	371.775	378.939	7.164	9.641	Diterima
87	450.530	441.028	9.502	10.613	Diterima
88	775.535	775.386	0.149	13.924	Diterima
89	484.117	488.393	4.275	11.001	Diterima
90	813.387	809.929	3.457	14.260	Diterima
91	683.470	681.002	2.468	13.072	Diterima
92	784.259	777.357	6.902	14.002	Diterima
93	1348.520	1353.869	5.349	18.361	Diterima
94	840.068	831.878	8.191	14.492	Diterima
95	1109.016	1124.736	15.720	16.651	Diterima
96	595.793	573.209	22.585	12.204	Ditolak
97	1178.602	1177.884	0.717	17.165	Diterima
98	903.665	900.458	3.207	15.031	Diterima
99	739.954	726.442	13.513	13.601	Diterima
100	775.558	748.915	26.642	13.924	Ditolak
101	951.568	953.486	1.918	15.424	Diterima
102	915.266	932.831	17.565	15.127	Ditolak
103	508.927	511.790	2.863	11.280	Diterima
104	884.485	887.468	2.982	14.870	Diterima
105	573.384	584.252	10.868	11.973	Diterima
106	839.020	849.356	10.336	14.483	Diterima
107	1145.573	1154.198	8.625	16.923	Diterima
108	840.372	832.460	7.912	14.495	Diterima
109	460.191	446.297	13.894	10.726	Ditolak

Bidang	Luas Identifikasi (m ²)	Luas Pengukuran (m ²)	Selisih (m ²)	Syarat BPN	Keterangan
110	1564.568	1554.213	10.355	19.777	Diterima
111	452.755	454.119	1.365	10.639	Diterima
112	358.281	362.437	4.156	9.464	Diterima
113	652.376	642.981	9.395	12.771	Diterima
114	376.863	373.321	3.542	9.706	Diterima
115	511.690	513.599	1.910	11.310	Diterima
116	690.389	700.390	10.001	13.138	Diterima
117	980.761	973.360	7.401	15.659	Diterima
118	713.912	704.282	9.630	13.360	Diterima
119	622.909	646.224	23.315	12.479	Ditolak
120	624.780	622.850	1.931	12.498	Diterima
121	677.847	668.449	9.398	13.018	Diterima
122	572.370	571.787	0.583	11.962	Diterima
123	858.265	829.082	29.183	14.648	Ditolak
124	432.818	434.776	1.958	10.402	Diterima
125	748.913	742.074	6.839	13.683	Diterima
126	742.279	743.280	1.001	13.622	Diterima
127	1178.728	1175.322	3.405	17.166	Diterima
128	468.675	463.947	4.728	10.824	Diterima
129	739.387	745.272	5.886	13.596	Diterima
130	698.747	684.857	13.890	13.217	Ditolak
131	973.599	997.395	23.796	15.601	Ditolak
132	718.677	735.956	17.279	13.404	Ditolak
133	867.863	857.663	10.199	14.730	Diterima
134	462.667	444.842	17.825	10.755	Ditolak
135	473.839	474.207	0.368	10.884	Diterima
136	672.792	668.644	4.148	12.969	Diterima
137	701.414	703.794	2.380	13.242	Diterima
138	445.747	454.474	8.727	10.556	Diterima
139	577.915	551.803	26.111	12.020	Ditolak
140	693.998	691.541	2.457	13.172	Diterima
141	750.383	725.038	25.344	13.697	Ditolak
142	433.751	428.825	4.926	10.413	Diterima
143	507.131	513.976	6.846	11.260	Diterima
144	761.073	778.497	17.424	13.794	Ditolak
145	971.233	985.025	13.793	15.582	Diterima
		Jumlah	1314.011		
		Rata-rata	9.0621		
		Std. Dev	3.0208		

Berdasarkan Tabel dapat dilihat bahwa selisih terkecil adalah 0.018 m^2 yaitu pada bidang 25 dan selisih terbesar adalah 31.331 m^2 yaitu pada pada bidang 51. Gambar 4.1

4.3 Toleransi Luas

Bagian Proyek Administrasi Pertanahan Badan Pertanahan Nasional Tahun 2003 mengeluarkan standarisasi pengukuran dan pemetaan kadastral mengenai toleransi luas yang dapat diterima perhitungannya adalah $KL \leq (0,5\sqrt{L}) \text{ m}^2$. Dari selisih luas dari identifikasi citra *orthophoto* terhadap perhitungan luas terhadap pengukuran *total station* terdapat 110 luasan yang masuk toleransi dan 35 luasan ditolak (tidak memenuhi Toleransi).



Gambar 4.1 kesalahan melakukan identifikasi objek dan pengukuran langsung,

Kesalahan melakukan identifikasi objek pada *Orthophoto* dan pengukuran langsung dilapangan dengan selisih terkecil 0.018 m^2 sampai 31.331 m^2 disebabkan objek yang diidentifikasi pada *Orthophoto* belum tentu sama dengan objek yang diukur langsung menggunakan *Total Station* karena tidak adanya retro disetiap objek (petak sawah) yang diidentifikasi dan diukur langsung.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemotretan udara menggunakan kamera non metrik Sony α 5100 teknologi pesawat nirawak (*fixed Wing*) dengan jelajah tinggi terbang kisaran 250 m menghasilkan data foto udara berjumlah 422 foto serta menghasilkan mosaik *orthophoto* dengan menggunakan *software Agisoft Photoscan*.
2. Nilai RMSE dari mosaik Orthophoto sebesar 0.408 Terdapat Perbedaan pengukuran luas bidang tanah hasil *Orthophoto* dengan pengukuran Total Station, dengan selisih luasan rata – rata sebesar 9.0621 m dengan standar deviasi sebesar 0.25086 m.
3. Berdasarkan ketelitian luas yang diperkenankan Badan Pertanahan Nasional maka perhitungan luas dari pengukuran Total Station sebagai acuan ketelitian luas untuk pengukuran luas sawah pada Orthophoto terdapat 35 bidang sawah dari 145 bidang sawah yang tidak memenuhi toleransi ketelitian.
4. Luasan yang dianalisis pada penelitian ini terdapat beberapa luasan yang belum memenuhi standar ketelitian luas BPN dikarenakan tidak adanya retro disetiap objek pada Orthophoto dan pengukuran langsung dilapangan.

5.2 Saran

Saran dari penyusun untuk penelitian ini adalah :

1. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya melengkapi data-data, alat dan referensi yang akan digunakan untuk memperlancar proses penelitian.
2. Untuk konsep analisis harus benar-benar dimengerti supaya proses pengerjaan pengolahan data berjalan lancar.
3. Untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang lebih baik, sebaiknya disetiap luasan yang dianalisis dipasang retro, serta jangka waktu antara pemotretan

dan waktu cek lapangan tidak terlampau jauh karena kondisi di lapangan yang mungkin mengalami perubahan dalam jangka waktu tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

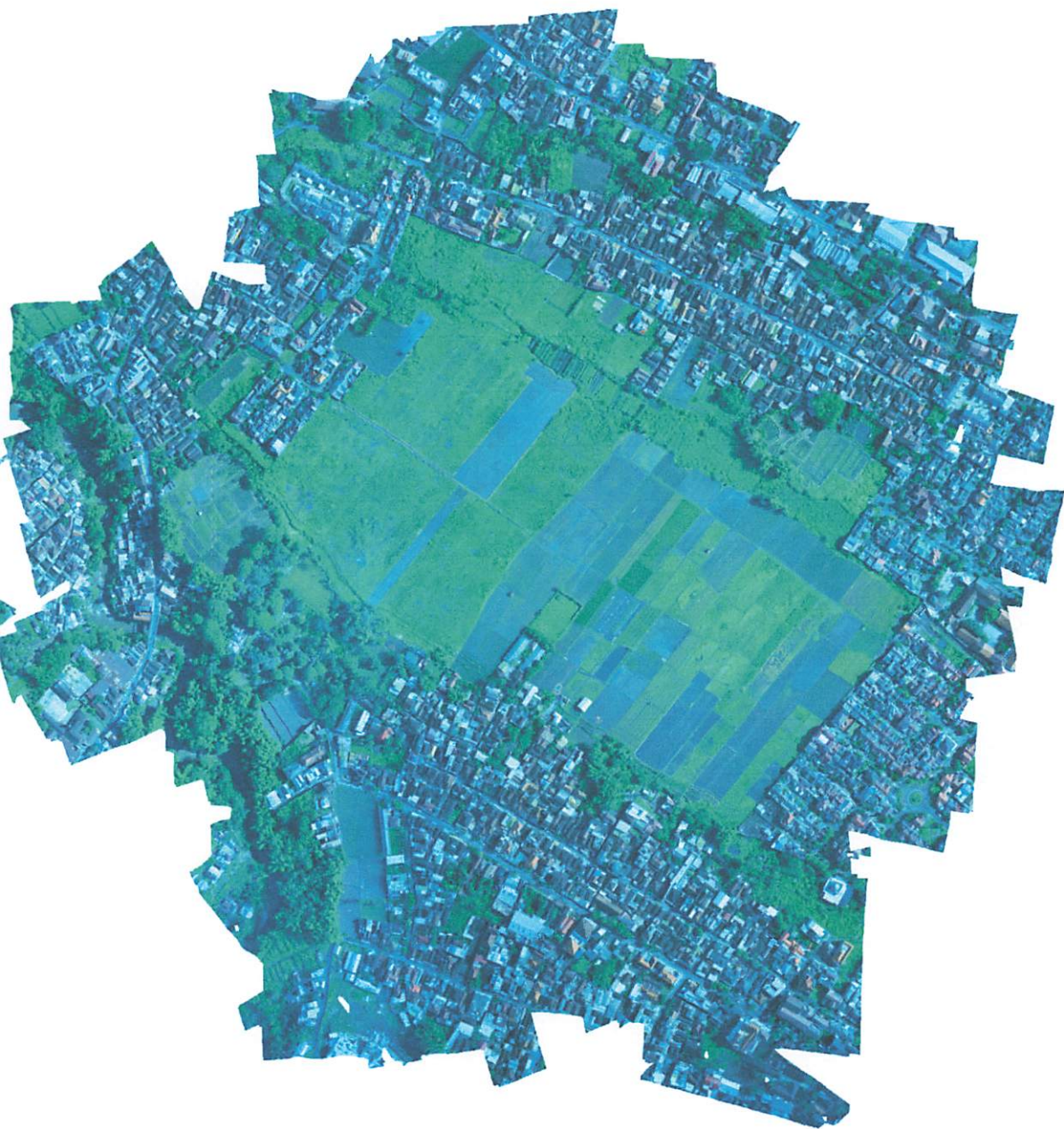
- Suharsana, 1999. *Fotogrametri Dasar*. Yogyakarta: Teknik Geodesi Universitas Gajah Mada.
- Prijono, 2002. *Pengantar Fotogrametri Digital*. Yogyakarta : Teknik Geodesi,. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada,
- Wolf, Paul R. 1983. *Elements of photogrammetry*. English, McGraw-Hill edition.
- Suharsana, 1999. *Teknik Pemetaan Fotogrametri*. Yogyakarta: Teknik Geodesi Universitas Gajah Mada.
- Warner, 1996 W.S, Graham R. W., Read R. E.,
- Sutanto, 1986. *Fotogrametri untuk interpretasi citra*. Yogyakarta: Puspics UGM-Bakosurtanal.
- Ligterink, G.H, 1987. *Dasar – dasar Fotogrametri*, Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.
- Patmoko, 1999, *Analisis nilai*, Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Dimas Satya, 2013, *Penggunaan Metode Fotogrametri Rentang Dekat*, Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Widhi Banuardhi Susanto, 2011, *akuisisi wahana tanpa awak*, Yogyakarta
- Sasmito, 2011, *Electronic Total Station*, Semarang : kajian pengukuran dan pemetaan bidang tanah.
- (Badan Pertanahan Nasional, 1998) *Petunjuk Teknis Peraturan Menteri Negara Agraria/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Materi Pengukuran dan Pemetaan Pendaftaran Tanah*. (Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia.)

LAMPIRAN

Agisoft PhotoScan

Processing Report

11 August 2016



Survey Data

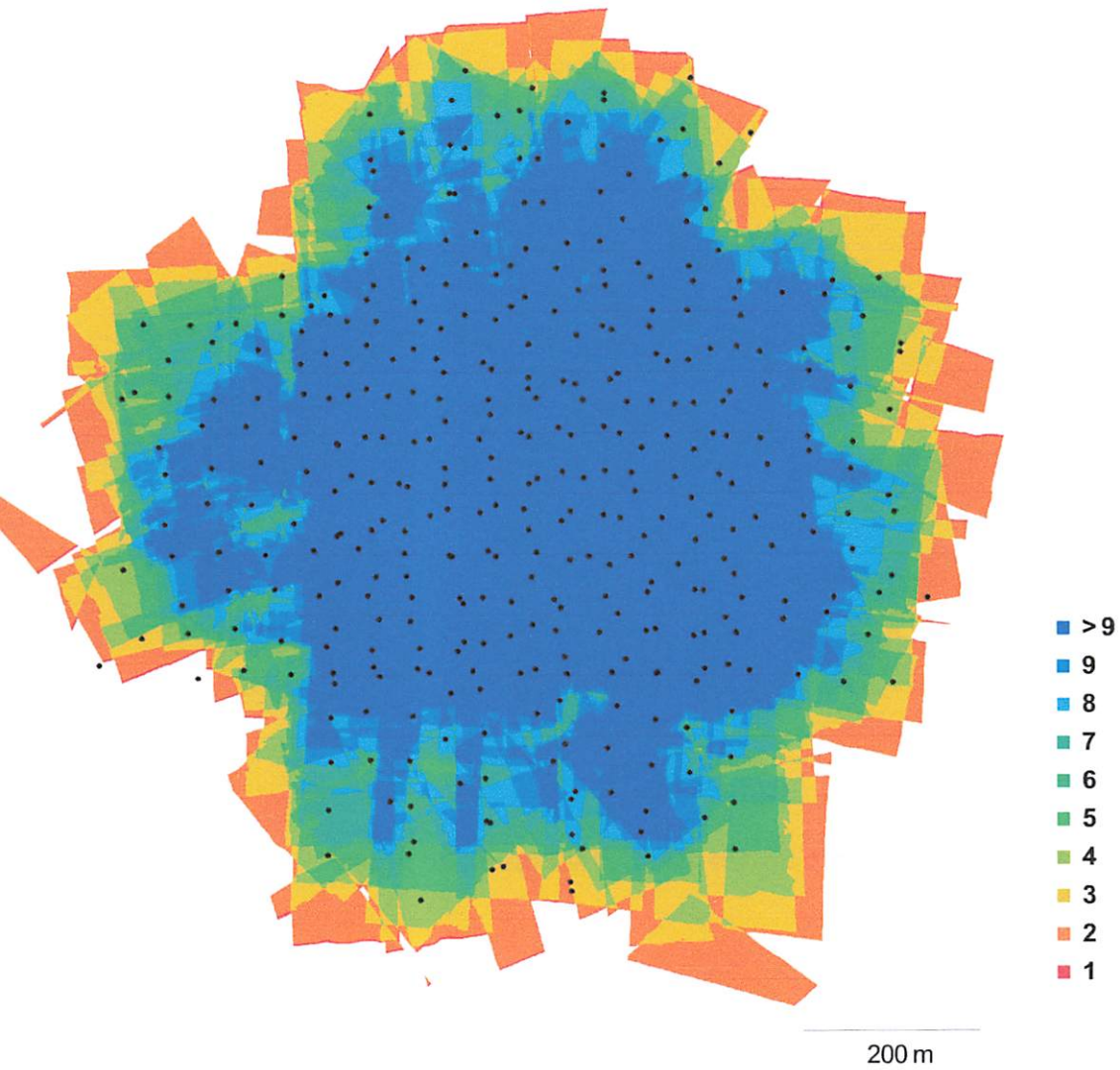


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	422	Camera stations:	378
Altitude:	263 m	Tie points:	804,107
Ground resolution:	2.89 cm/pix	Projections:	2,858,748
Image area:	8.19e+05 sq m	Reprojection error:	2.79 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
ILCE-5100 (35 mm)	6000 x 4000	35 mm	4.04 x 4.04 um	No

Table 1. Cameras.

Camera Locations

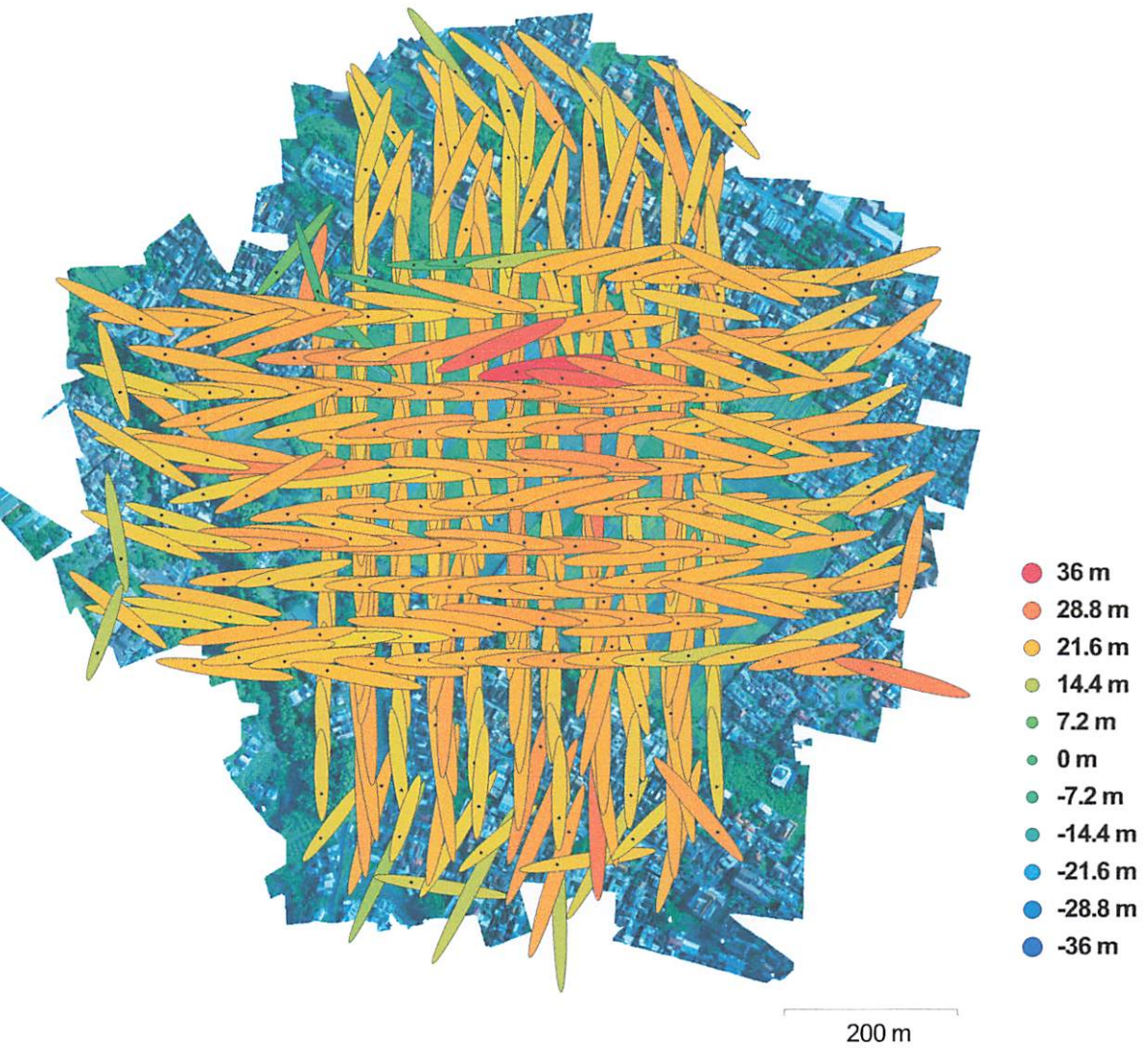


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X, Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	XY error (m)	Z error (m)	Total error (m)
48.1106	52.2998	71.0627	21.7311	74.3111

Table 2. Average camera location error.

Ground Control Points

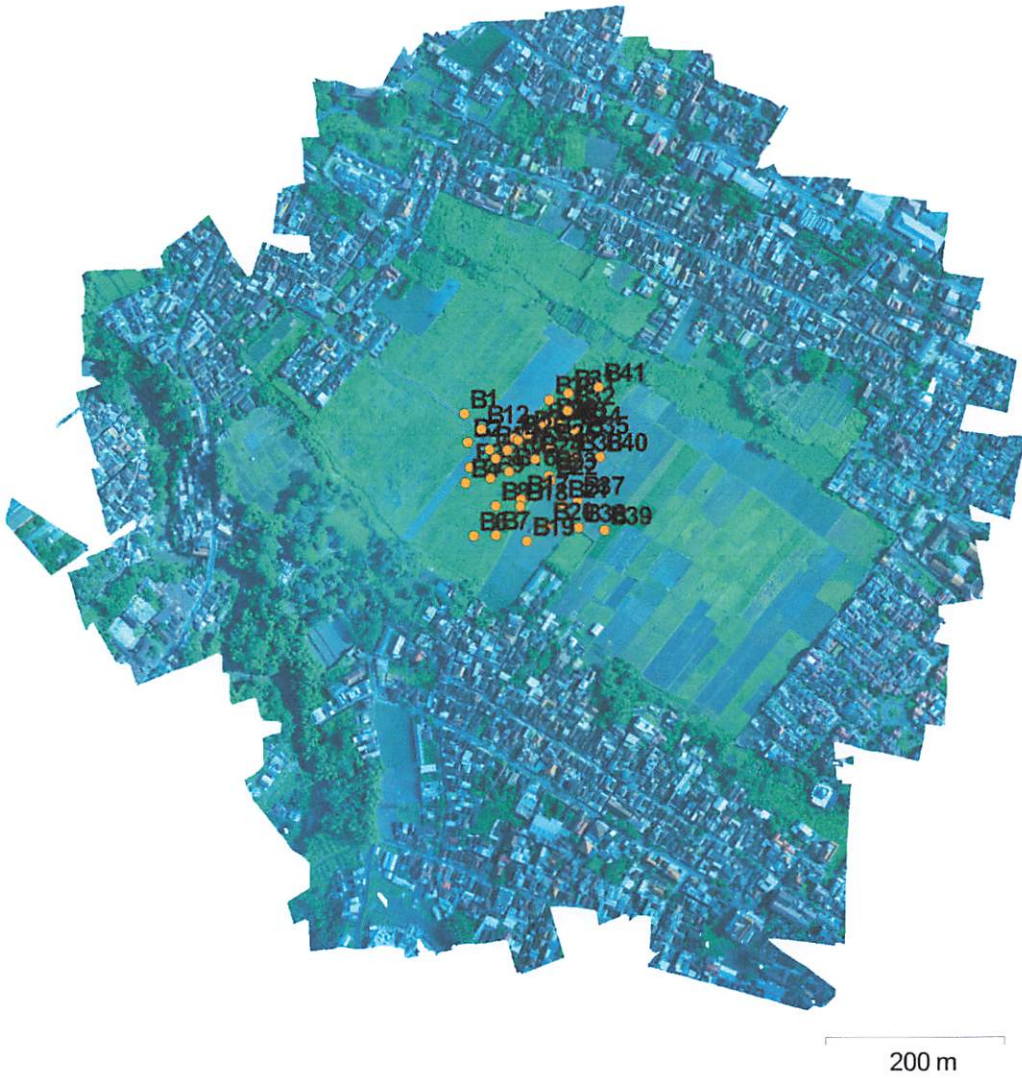


Fig. 4. GCP locations.

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
B1	0.0892048	-0.121389	0.150641	17	2.611
B3	0.0568989	-0.00707261	0.0573368	20	2.751
B6	0.0292885	0.0257428	0.0389937	20	2.840
B9	0.0341918	0.0298129	0.0453639	20	2.177
B11	0.0452974	-0.0250715	0.051773	18	2.585
B14	0.0573457	-0.0566763	0.0806271	18	2.414
B28	0.060929	0.0179854	0.0635281	18	2.617
B33	0.0222569	-0.0515403	0.0561406	21	1.712
B32	0.00663564	0.0544505	0.0548533	22	2.313

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
B30	0.111674	0.0627843	0.128113	20	3.350
B40	0.033072	-0.0400964	0.0519757	22	3.251
B36	0.0210868	-0.0420129	0.0470078	22	2.164
B16	0.0324402	0.0335917	0.0466987	18	2.711
B21	0.0471923	-0.00341866	0.047316	18	3.314
B38	0.0625968	-0.0569356	0.0846169	23	2.879
B19	0.139741	0.0166855	0.140734	19	3.158
B24	0.0687393	0.0540803	0.087463	23	1.949
B26	0.0181648	0.109138	0.110639	19	1.957
Total	0.061736	0.0542284	0.0821709		2.633

Table 3. Control points.

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
B2	0.0646851	-0.0956687	0.115484	19	2.534
B4	0.050388	-0.0768672	0.0919104	19	2.363
B7	0.0334318	0.0325585	0.0466663	16	1.920
B8	0.081166	-0.0248112	0.0848735	15	3.415
B10	0.0889772	0.0886027	0.125568	19	1.946
B15	0.0740412	-0.0398212	0.0840704	19	2.467
B27	0.0308048	0.0725337	0.0788041	19	1.585
B29	0.113635	0.0592812	0.128169	20	1.839
B31	0.0199257	0.124728	0.126309	19	3.364
B41	0.112663	0.214013	0.241857	20	2.983
B34	0.0985392	0.0508551	0.110888	19	2.109
B35	0.0236083	0.00611782	0.0243881	22	2.398
B25	0.0922377	0.0498759	0.104859	23	2.295
B23	0.106803	0.0070641	0.107037	17	2.166
B22	0.0202329	-0.00544847	0.0209536	17	2.858
B37	0.0244943	-0.0796497	0.0833309	17	2.272
B20	0.0599198	0.06119	0.0856423	18	3.686
B39	0.0681259	-0.14868	0.163545	19	2.134
B17	0.0135006	0.0679344	0.0692629	13	2.209
B18	0.122948	0.0325986	0.127196	14	2.411

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
B12	0.00205657	-0.0571242	0.0571612	20	2.714
Total	0.0722118	0.0824138	0.109575		2.510

Table 4. Check points.

Digital Elevation Model

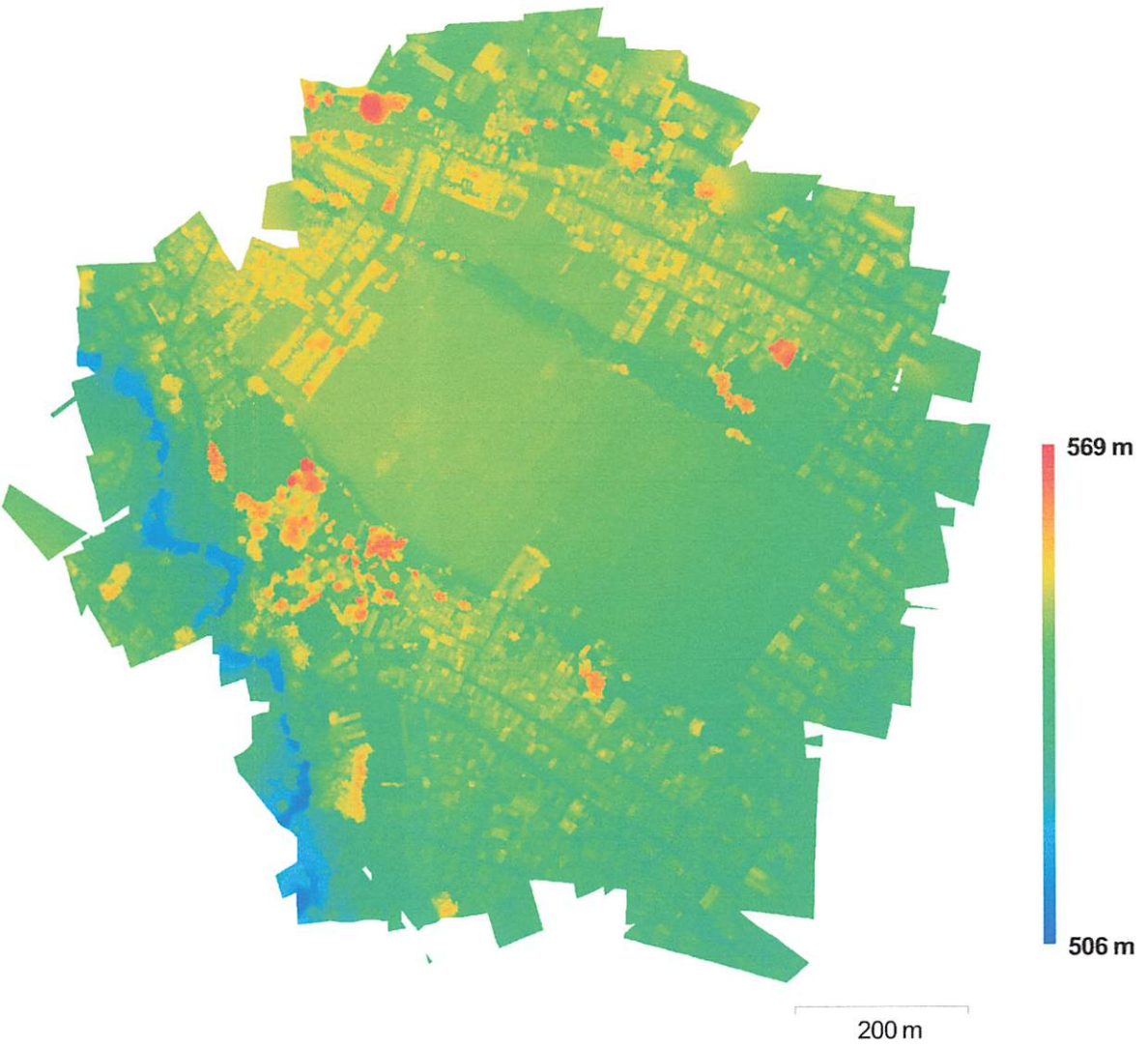


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 11.5 cm/pix
Point density: 75.0703 points per sq m

Processing Parameters

eras	422
ed cameras	378
ers	39
dinate system	WGS 84 / UTMzone 49S (EPSG:32749)
loud	
is	804,107 of 915,638
reprojection error	0.465821 (2.79358 pix)
reprojection error	4.35782 (80.1935 pix)
n keypoint size	6.73822 pix
tive overlap	3.69189
ment parameters	
curacy	High
ir preselection	Reference
y point limit	40,000
e point limit	10,000
nstrain features by mask	No
atching time	1 hours 12 minutes
gnment time	24 minutes 39 seconds
nization parameters	
rameters	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
optimization time	1 minutes 6 seconds
Maps	
nt	378
nstruction parameters	
uality	Medium
tering mode	Aggressive
rocessing time	3 hours 46 minutes
Point Cloud	
ts	74,442,084
nstruction parameters	
uality	Medium
epth filtering	Aggressive
rocessing time	57 minutes 20 seconds
is	47,771
ces	24,797
nstruction parameters	
urface type	Height field
ource data	Sparse
erpolation	Enabled
ometry type	Point cloud
ice count	53,607
rocessing time	18 seconds
rdinate system	10,957 x 10,888
rdinate system	WGS 84 / UTMzone 49S (EPSG:32749)
nstruction parameters	
ource data	Dense cloud
erpolation	Enabled
mosaic	
rdinate system	11,484 x 11,259
rdinate system	WGS 84 / UTMzone 49S (EPSG:32749)
nnels	3, uint8
ding mode	Mosaic
nstruction parameters	

interface
variable color correction

DEM
No

ANALISA LUASAN LAHAN

No	Identifikasi Orthophoto	pengukuran menggunakan TS	Selisih	Toleransi	Keterangan
	luas (m ²)	luas (m ²)	(m ²)		
1	320.146574	321.406385	1.260	8.9463201	Diterima
2	415.535501	427.376274	11.841	10.192344	Ditolak
3	668.970780	686.891516	17.921	12.9322347	Ditolak
4	685.549683	682.669034	2.881	13.0915018	Diterima
5	675.664721	671.108827	4.556	12.9967758	Diterima
6	595.415934	586.192412	9.224	12.2005731	Diterima
7	934.389390	915.844578	18.545	15.2838918	Ditolak
8	223.879120	216.969052	6.910	7.48129535	Diterima
9	917.103215	910.353963	6.749	15.141856	Diterima
10	728.572459	751.644189	23.072	13.4960407	Ditolak
11	725.644449	733.443281	7.799	13.4688942	Diterima
12	492.688004	491.097116	1.591	11.0982882	Diterima
13	437.091478	419.430048	17.661	10.4533664	Ditolak
14	491.871441	512.893271	21.022	11.0890874	Ditolak
15	414.247692	397.859175	16.389	10.1765379	Ditolak
16	351.473939	348.960991	2.513	9.37381911	Diterima
17	403.985343	399.923753	4.062	10.0496933	Diterima
18	682.487873	682.368400	0.119	13.0622344	Diterima
19	580.476198	586.345812	5.870	12.0465368	Diterima
20	773.947083	780.225965	6.279	13.9099522	Diterima
21	558.777129	563.001210	4.224	11.8192336	Diterima
22	446.784005	448.704757	1.921	10.5686329	Diterima
23	535.262992	531.520095	3.743	11.5678757	Diterima
24	239.177836	227.900320	11.278	7.73268769	Ditolak
25	143.437754	143.419522	0.018	5.98827508	Diterima
26	366.618251	371.217106	4.599	9.57363895	Diterima
27	734.461020	742.031818	7.571	13.5504707	Diterima
28	1040.975115	1035.040735	5.934	16.132073	Diterima
29	855.529174	870.683465	15.154	14.6247152	Ditolak
30	760.579898	764.892004	4.312	13.7893065	Diterima
31	935.926858	951.133024	15.206	15.2964608	Diterima
32	835.181282	826.615836	8.565	14.4497516	Diterima
33	112.595147	113.573724	0.979	5.30554301	Diterima
34	565.256560	564.317093	0.939	11.8875624	Diterima
35	607.003766	611.541770	4.538	12.3187232	Diterima
36	352.621275	358.587677	5.966	9.38910639	Diterima
37	118.851044	125.625102	6.774	5.4509413	Ditolak
38	767.587209	764.072788	3.514	13.8526821	Diterima
39	1247.198636	1252.914122	5.715	17.6578498	Diterima
40	1489.240465	1487.656410	1.584	19.2953392	Diterima
41	1230.491985	1216.816992	13.675	17.5391846	Diterima

2	1371.790413	1359.812136	11.978	18.5188445	Diterima
3	1302.616523	1307.476232	4.860	18.0458896	Diterima
4	2693.189411	2702.265155	9.076	25.947974	Diterima
5	497.922863	512.153789	14.231	11.1570926	Ditolak
5	650.784415	656.589205	5.805	12.7552383	Diterima
7	270.333703	259.791070	10.543	8.22091392	Ditolak
8	613.824475	584.610779	29.214	12.3877407	Ditolak
9	584.839165	571.732086	13.107	12.0917241	Ditolak
0	405.002090	400.749762	4.252	10.0623319	Diterima
1	1548.564818	1579.895454	31.331	19.6759042	Ditolak
2	700.958348	704.013057	3.055	13.237809	Diterima
3	1106.515255	1115.088874	8.574	16.632162	Diterima
4	1123.789909	1113.246452	10.543	16.7614879	Diterima
5	503.218953	518.291850	15.073	11.2162711	Ditolak
5	320.677697	325.282291	4.605	8.95373801	Diterima
7	539.034870	544.398054	5.363	11.6085622	Diterima
8	756.842206	747.433348	9.409	13.7553826	Diterima
9	681.961169	674.718162	7.243	13.0571931	Diterima
0	487.703341	508.562579	20.859	11.0420032	Ditolak
1	610.135854	618.599162	8.463	12.3504641	Diterima
2	719.692446	705.574579	14.118	13.4135421	Ditolak
3	692.416896	695.785946	3.369	13.1569078	Diterima
4	1054.245054	1061.503858	7.259	16.23457	Diterima
5	1312.525176	1316.452469	3.927	18.1143947	Diterima
5	1151.453863	1135.484217	15.970	16.9665396	Diterima
7	711.346083	698.049142	13.297	13.335536	Diterima
8	445.069271	439.406205	5.663	10.5483325	Diterima
9	692.084629	674.455047	17.630	13.1537507	Ditolak
0	982.650276	1005.557148	22.907	15.6736265	Ditolak
1	675.762616	668.680359	7.082	12.9977173	Diterima
2	497.177312	501.494624	4.317	11.1487366	Diterima
3	808.343777	811.163348	2.820	14.2156936	Diterima
4	956.814785	956.433851	0.381	15.4662114	Diterima
5	1067.425232	1061.658879	5.766	16.3357371	Diterima
6	830.733500	861.305934	30.572	14.4112239	Ditolak
7	641.843658	633.767197	8.076	12.6673168	Diterima
8	1305.989685	1295.841360	10.148	18.0692396	Diterima
9	1819.477580	1819.002969	0.475	21.3276674	Diterima
0	844.561102	840.386496	4.175	14.5306667	Diterima
1	771.409606	794.472546	23.063	13.8871308	Ditolak
2	1256.386023	1243.981056	12.405	17.722768	Diterima
3	911.596461	913.094585	1.498	15.0963279	Diterima
4	775.849731	782.690370	6.841	13.9270396	Diterima
5	1394.513991	1398.412068	3.898	18.671596	Diterima
6	371.775306	378.939330	7.164	9.64073786	Diterima
7	450.529904	441.027511	9.502	10.6128449	Diterima
8	775.534716	775.385699	0.149	13.924212	Diterima
9	484.117426	488.392511	4.275	11.0013343	Diterima
0	813.386513	809.929089	3.457	14.2599659	Diterima
1	683.470468	681.002161	2.468	13.0716341	Diterima

	784.258751	777.356595	6.902	14.0023101	Diterima
	1348.519999	1353.868857	5.349	18.3611002	Diterima
	840.068165	831.877603	8.191	14.4919647	Diterima
	1109.016029	1124.735580	15.720	16.6509461	Diterima
	595.793473	573.208801	22.585	12.2044405	Ditolak
	1178.601556	1177.884147	0.717	17.1653835	Diterima
	903.665372	900.457966	3.207	15.0305137	Diterima
	739.954126	726.441624	13.513	13.6010489	Diterima
	775.557836	748.915388	26.642	13.9244195	Ditolak
	951.567769	953.486188	1.918	15.4237461	Diterima
	915.266175	932.831039	17.565	15.1266832	Ditolak
	508.927075	511.790044	2.863	11.2797061	Diterima
	884.485438	887.467762	2.982	14.87015	Diterima
	573.384446	584.252443	10.868	11.9727236	Diterima
	839.020129	849.355649	10.336	14.4829221	Diterima
	1145.572687	1154.198076	8.625	16.9231549	Diterima
	840.371779	832.459588	7.912	14.4945833	Diterima
	460.191339	446.296997	13.894	10.7260354	Ditolak
	1564.567822	1554.213038	10.355	19.7773091	Diterima
	452.754532	454.119192	1.365	10.6390147	Diterima
	358.280845	362.436576	4.156	9.46415401	Diterima
	652.375854	642.981192	9.395	12.7708247	Diterima
	376.862910	373.320646	3.542	9.70647863	Diterima
	511.689690	513.599214	1.910	11.3102795	Diterima
	690.388761	700.389838	10.001	13.137625	Diterima
	980.760793	973.359810	7.401	15.6585503	Diterima
	713.911761	704.281624	9.630	13.3595636	Diterima
	622.908939	646.224170	23.315	12.4790719	Ditolak
	624.780389	622.849889	1.931	12.4978037	Diterima
	677.846714	668.448884	9.398	13.0177448	Diterima
	572.369950	571.787229	0.583	11.9621272	Diterima
	858.264794	829.081782	29.183	14.6480783	Ditolak
	432.817976	434.775706	1.958	10.4021389	Diterima
	748.912992	742.074376	6.839	13.6831374	Diterima
	742.279239	743.279992	1.001	13.622401	Diterima
	1178.727633	1175.322319	3.405	17.1663015	Diterima
	468.674836	463.946672	4.728	10.8244496	Diterima
	739.386595	745.272372	5.886	13.595832	Diterima
	698.746908	684.856793	13.890	13.2169106	Ditolak
	973.598642	997.394502	23.796	15.6012711	Ditolak
	718.677210	735.956363	17.279	13.4040778	Ditolak
	867.862639	857.663417	10.199	14.7297542	Diterima
	462.667203	444.842212	17.825	10.7548501	Ditolak
	473.839034	474.206950	0.368	10.883922	Diterima
	672.791882	668.644250	4.148	12.969116	Diterima
	701.413930	703.793763	2.380	13.2421102	Diterima
	445.746803	454.473929	8.727	10.5563583	Diterima
	577.914814	551.803489	26.111	12.0199294	Ditolak
	693.998396	691.540950	2.457	13.1719246	Diterima
	750.382547	725.038142	25.344	13.6965557	Ditolak

42	433.751052	428.824715	4.926	10.4133454	Diterima
43	507.130549	513.976060	6.846	11.2597796	Diterima
44	761.072848	778.497286	17.424	13.7937744	Ditolak
45	971.232556	985.025132	13.793	15.5823021	Diterima
jumlah	108204.199024	108173.496482	1314.011		
		Rata-rata	9.062		
		Std. Dev	0.250862		

KOORDINAT ICP (warna kuning) dan GCP (tidak berwarna)

E	N	Z	B	IN THE MAP
677960.500	9122203.000	547.690		1
677964.300	9122171.000	547.454		2
677966.400	9122143.000	547.398		3
677961.200	9122125.000	546.718		4
677961.500	9122126.000	547.156		5
677970.600	9122066.000	546.516		6
677995.000	9122067.000	546.511		7
677995.200	9122100.000	546.688		8
677989.400	9122131.000	546.834		9
677995.700	9122153.000	547.017		10
677988.400	9122163.000	547.178		11
677979.400	9122186.000	547.866		12
678007.500	9122219.000	547.472		13
678016.600	9122175.000	547.501		14
678008.400	9122162.000	547.172		15
678010.200	9122138.000	546.926		16
678023.600	9122107.000	546.675		17
678022.600	9122099.000	546.701		18
678029.600	9122060.000	546.434		19
678052.300	9122077.000	546.490		20
678069.100	9122102.000	546.481		21
678056.100	9122128.000	546.943		22
678054.700	9122133.000	546.664		23
678039.600	9122152.000	546.787		24
678056.000	9122165.000	546.622		25
678020.500	9122173.000	546.770		26
678031.200	9122179.000	546.808		27
678046.600	9122189.000	546.826		28
678056.100	9122194.000	546.618		29
678055.400	9122218.000	546.785		30
678076.700	9122226.000	546.985		31
678075.800	9122206.000	546.554		32
678066.100	9122190.000	546.591		33
678083.200	9122184.000	546.351		34
678091.000	9122173.000	546.426		35
678082.400	9122154.000	546.478		36
678086.400	9122106.000	546.175		37
678087.400	9122075.000	545.413		38
678116.600	9122072.000	545.390		39
678112.000	9122154.000	546.289		40
678110.500	9122232.000	546.491		41

RMSe- Orthophoto

No	ID	Koordinat GCP			Koordinat ICP			$\Delta. x$ (m)	$\Delta. y$ (m)	$\Delta. z$ (m)	$\Delta. xyz$ (m)	$\Delta. x^2$ (m)	$\Delta. y^2$ (m)	$\Delta. z^2$ (m)	$\Delta. xyz^2$ (m)
		X	Y	Z	x	y	z								
1	B2	677964.300	9122171.000	547.454	677964.216	9122170.988	547.334	0.084	0.012	0.120	0.147	0.007	0.000	0.014	0.022
2	B4	677961.200	9122125.000	546.718	677961.399	9122125.702	547.179	-0.199	-0.702	-0.461	0.863	0.040	0.493	0.213	0.745
3	B7	677995.000	9122067.000	546.511	677994.930	9122067.332	546.454	0.070	-0.332	0.057	0.344	0.005	0.110	0.003	0.118
4	B8	677995.200	9122100.000	546.688	677995.078	9122099.975	546.885	0.122	0.025	-0.197	0.233	0.015	0.001	0.039	0.054
5	B12	677979.400	9122186.000	547.866	677979.434	9122185.703	547.605	-0.034	0.297	0.261	0.397	0.001	0.088	0.068	0.157
6	B15	678008.400	9122162.000	547.172	678008.272	9122161.807	547.238	0.128	0.193	-0.066	0.241	0.016	0.037	0.004	0.058
7	B17	678023.600	9122107.000	546.675	678023.557	9122106.994	546.809	0.043	0.006	-0.563	0.565	0.002	0.000	0.317	0.319
8	B18	678022.600	9122099.000	546.701	678022.355	9122099.048	546.878	0.245	-0.048	-0.108	0.272	0.060	0.002	0.012	0.074
9	B20	678052.300	9122077.000	546.490	678052.284	9122076.761	546.353	0.016	0.239	0.137	0.276	0.000	0.057	0.019	0.076
10	B22	678056.100	9122128.000	546.943	678056.030	9122127.454	546.944	0.070	0.546	-0.001	0.550	0.005	0.298	0.000	0.303
11	B23	678054.700	9122133.000	546.664	678054.696	9122133.061	546.756	0.004	-0.061	-0.092	0.110	0.000	0.004	0.008	0.012
12	B25	678056.000	9122165.000	546.622	678055.892	9122165.063	546.769	0.108	-0.063	-0.147	0.193	0.012	0.004	0.022	0.037
13	B29	678056.100	9122194.000	546.618	678056.063	9122193.471	546.820	0.037	0.529	-0.202	0.567	0.001	0.280	0.041	0.322
14	B34	678083.200	9122184.000	546.351	678083.216	9122184.055	546.507	-0.016	-0.055	-0.156	0.166	0.000	0.003	0.024	0.028
15	B35	678091.000	9122173.000	546.426	678090.982	9122173.394	546.511	0.018	-0.394	-0.085	0.403	0.000	0.155	0.007	0.163
16	B37	678086.400	9122106.000	546.175	678086.293	9122105.852	546.196	0.107	0.148	-0.021	0.184	0.011	0.022	0.000	0.034
17	B39	678116.600	9122072.000	545.390	678116.581	9122072.015	545.203	0.019		0.187		0.000		0.035	
18	B41	678110.500	9122232.000	546.491	678110.586	9122232.113	546.542	-0.086		-0.051		0.007		0.003	
RMSE _{xyz} (m)												0.408			