

**KAJIAN PERBANDINGAN KETELITIAN *ORTHOPHOTO* DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *AGISOFT PHOTO SCAN* DAN  
*PHOTO MODELER SCANNER* DALAM PEMOTRETAN UDARA  
DENGAN UAV**

*( Studi Kasus : Kecamatan Lowokwaru Kota Malang )*

**SKRIPSI**



**JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**KAJIAN PERBANDINGAN KETELITIAN *ORTHOPHOTO* DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *AGISOFT PHOTO SCAN* DAN  
*PHOTO MODELER SCANNER* DALAM PEMOTRETAN UDARA  
DENGAN UAV**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai  
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S1) Teknik Geodesi  
Institut Teknologi Nasional Malang**

**Oleh :**

**Aziz Yudi Pramana**

**1225006**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing Utama**



**(M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D.)**

**Dosen Pembimbing Pendamping**



**(Bagus Subakti, ST., M.Eng.)**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi**



**(M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D.)**



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK 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 : AZIZ YUDI PRAMANA

NIM : 12.25.006

JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1

JUDUL :

KAJIAN PERBANDINGAN KETELITIAN *ORTHOPHOTO* DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *AGISOFT PHOTO SCAN* DAN  
*PHOTO MODELER SCANNER* DALAM PEMOTRETAN UDARA DENGAN  
UAV

( *Studi Kasus : Kecamatan Lowokwaru Kota Malang* )

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

Bagus Subakti, ST., M.Eng

Penguji I

Ir. Agus Darpono., MT

Dosen Pendamping

M. Edwin Tjahjadi, ST, M.Geom.Sc., Ph.D.

Penguji II

Alifah Norani, ST., MT

**KAJIAN PERBANDINGAN KETELITIAN *ORTHOPHOTO* DENGAN  
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *AGISOFT PHOTO SCAN* DAN *PHOTO  
MODELER SCANNER* DALAM PEMOTRETAN UDARA DENGAN UAV**

**(Studi Kasus Area Kalibrasi II Kelurahan Mojolangu  
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang)**

Aziz Yudi Pramana (12.25.006)

Dosen Pembimbing 1 : M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing 2 : Bagus Subakti, ST., M.Eng.

**ABSTRAK**

Perkembangan teknologi fotogrametri *UAV(Unmanned Aerial Vehicle)* semakin pesat. Teknologi *UAV* memiliki potensi yang besar di masa depan, misalnya untuk pekerjaan pemetaan dengan cakupan area yang luas seperti pemetaan batas wilayah perkebunan, administrasi, daerah rawan bencana, daerah rawan konflik dan lain-lain. Dengan menggunakan teknologi fotogrametri *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* diharapkan dapat menjadi solusi dalam memudahkan surveyor dalam memperoleh data ukuran dilapangan dengan cepat, aman, efisien, akurat, serta dengan biaya yang relatif murah. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa ketelitian geometri dari hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Agisoft Photoscan Professional* dan *Photomodeler scanner*. Metode yang di gunakan untuk menganalisa ketelitian orthophoto adalah metode Independent check point dengan menggunakan jumlah koordinat *GCP(Ground control Point)* yang sama tetapi jumlah *Check point* yang berbeda atau bervariasi. Jumlah *GCP (Ground control Point)* yang di gunakan sebanyak 9 buah sementara jumlah *check point* yang di gunakan adalah 9 CPs dan 27 CPs yang di sebar secara merata di daerah area yang di teliti.

Hasil yang diperoleh dari uji ketelitian dengan menggunakan variasi *check point* yang berbeda ini dapat menghasilkan nilai ketelitian yang berbeda dari setiap pengolahan di perangkat lunak maka, hasil ketelitian yang terbaik dari pengolahan tersebut akan dijadikan rekomendasi dalam pemrosesan foto udara *UAV*.

**Kata Kunci :** fotogrametri *UAV(Unmanned Aerial Vehicle)*, uji ketelitian dengan menggunakan variasi *check point*



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Aziz Yudi Pramana  
NIM : 12.25.006  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

**“kajian perbandingan ketelitian *orthophoto* dengan menggunakan perangkat lunak *agisoft photo scan* dan *photo modeler scanner* dalam pemotretan udara dengan 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, 24 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan

  
AZIZ Yudi Pramana

NIM : 12.25.006

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

**Dzat dari segala Dzat ALLAH SWT**

**Junjungan besar NABI MUHAMMAD SAW**

**Untuk Orang Tua Tercinta AYAHANDA SADIMIN RAHARJO dan Ibunda**

**YULIASIH SERTA adik-adikku Yosa,Vivi,Zidane telah mendoakanku dan mendukungku.**

**Untuk anisya tiwi handriani terimakasih telah memberi semangat dan sebagai penyemangat hidupku..**

**Untuk teman-temanku satu kontrakan makasih doanya serta dukungannya.**

**Untuk gembor,umar,dedi,salam,fajar terimakasih doanya dan tetap semangat ngadapi semhasnya.**

**Untuk teman-teman GEO 12 yang aku sayangi terimakasih banyak,kita selalu bersama walau jarak memisahkan kita.**

**Untuk mas willem dan mas Gilang tetap semangat buat maju semhas dan makasih udah bantuin ngerjain skripsi.**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah*, puji syukur kehadirat ALLAH S.W.T atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penelitian berjudul **kajian perbandingan ketelitian orthophoto dengan menggunakan perangkat lunak *agisoft photo scan* dan *photo modeler scanner* dalam pemotretan udara dengan uav** dapat terselesaikan. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan pada:

1. Bapak M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang.
2. Bapak Bagus Subakti, ST., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak membantu dalam penulisan penelitian skripsi.
3. Seluruh Staf dan Karyawan Teknik Geodesi ITN Malang yang telah membantu kelancaran pada proses pelaksanaan penelitian skripsi.
4. Kedua orang tua dan adik Penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan untuk Penulis.
5. Teman-teman satu jurusan dan angkatan 2012 yang telah banyak berbagi dalam berbagai hal.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan penelitian Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penelitian ini.

Malang, 24 Agustus 2016

Aziz Yudi Pramana  
NIM 1225006

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAKSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI. ....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN. ....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

I.1. Latar belakang.....	1
I.2. Rumusan masalah.....	2
I.3. Tujuan penelitian.....	2
I.4. Manfaat penelitian.....	2
I.5. Batasan masalah .....	2
I.6. Sistematika penulisan.....	2

### **BAB II DASAR TEORI**

II.1. Foto Udara Digital .....	4
II.2. <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i> .....	5
II.3. <i>Orthophoto</i> Digital.....	6
II.4. Kamera.....	7
II.4.1 Kamera Metrik. ....	7
II.4.2 Kamera Non-Metrik. ....	7
II.5. Kalibrasi Kamera .....	8
II.6. Restitusi Foto Udara .....	9
II.6.1 Orientasi Dalam ( <i>Inner Orientation</i> ).....	9
II.6.2 Orientasi Relatif ( <i>Relative Orientation</i> ). ....	10
II.6.3 Orientasi Absolut ( <i>Absolut Orientation</i> ). ....	10

II.7. <i>Bundle Adjustment</i> .....	10
II.8. Produk Fotogrametri Digital .....	11
II.9. RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ).....	12
II.9.1 RMSE Horizontal. ....	12
II.9.2 RMSE Vertikal. ....	13
II.10. Pengolahan data dengan perangkat lunak .....	13
II.10.1 Perangkat lunak <i>Agisoft Photoscan Profesional</i> . ....	14
II.10.2 Perangkat Lunak <i>Photo Modeler Scanner</i> . ....	14

### **BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN**

III.1. Persiapan .....	15
III.2. Alat dan Bahan. ....	15
III.2.1 Alat Penelitian.....	15
III.2.2 Bahan Penelitian. ....	15
III.3. Langkah Penelitian.....	16
III.3.1 <i>Flowchart</i> . ....	16
III.3.2 Pengumpulan data. ....	17
III.3.3 Kalibrasi Kamera.....	18
III.3.4 Pemrosesan data foto udara. ....	18
III.3.5 Pengolahan Data <i>Orthophoto</i> pada <i>Agisoft</i> . ....	18
III.3.5.1 Proses <i>Masking</i> foto. ....	18
III.3.5.2 <i>Align Photo</i> .....	25
III.3.5.3 Transformasi kordinat dan proses <i>marking</i> titik GCP.....	26
III.3.5.4 Proses <i>Optimize Kamera</i> . ....	27
III.3.5.5 <i>Build Dense Cloud</i> . ....	28
III.3.5.6 <i>Build Mesh</i> .....	29
III.3.5.7 <i>Build Texture</i> . ....	30
III.3.5.8 <i>Build DEM</i> .....	31
III.3.5.9 Proses <i>Orthophoto</i> . ....	32
III.3.6 Pengolahan Data <i>Orthophoto</i> pada <i>Photomodeler scanner</i> . ....	33
III.3.6.1 Proses <i>Smartpoint</i> .....	33
III.3.6.2 Proses <i>marking</i> titik <i>ground control point</i> di <i>photomodeler</i> . ....	34



III.3.6.3 Proses membangun <i>dense surface</i> .....	35
III.3.6.4 Proses <i>export orthophoto</i> . ....	36
III.3.7 Analisa.....	37

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1. Hasil Proses Pengolahan <i>orthophoto</i> menggunakan <i>software Agisoft photoscan professional</i> .....	38
IV.1.1 <i>Masking</i> foto.....	38
IV.1.2 <i>Align photo</i> .....	39
IV.1.3 Transformasi Kordinat. ....	39
IV.1.4 Hasil <i>export orthophoto</i> . ....	40
IV.2. Hasil Proses Pengolahan <i>orthophoto</i> menggunakan <i>software photomodeler scanner</i> .....	41
IV.2.1 Hasil <i>smartpoint</i> . ....	41
IV.2.2 Transformasi Kordinat.....	41
IV.3. Report hasil pemrosesan <i>orthophoto</i> .....	43
IV.3.1 Perhitungan RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak agisoft 9 GCP variasi 9 CPs.....	43
IV.3.2 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan vertikal dari perangkat lunak Agisoft 9 Gcp variasi 27 CPs.....	44
IV.3.3 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak <i>photomodeler scanner</i> 9 GCP Variasi 9CPs. ....	46
IV.3.4 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak <i>photomodeler scanner</i> 9 GCP variasi 27 CPs.....	48
IV.4. Perbandingan Ketelitian Geometri Pada Variasi CPs di setiap masing-masing perangkat lunak .....	50
IV.4.1 Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi CPs yang berbeda pada perangkat lunak <i>Agisoft photoscan professional</i> . ....	50
IV.4.2 Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi CPs yang berbeda pada perangkat <i>Photomodeler scanner</i> .....	51
IV.5. Hasil Perbandingan ketelitian geometri <i>Orthophoto</i> dari <i>software agisoft</i>	

III.3.6.3 Proses membangun base surface ..... 35

III.3.6.4 Proses export orthophoto ..... 36

III.3.7 Analisis ..... 37

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1 Hasil Proses Pengolahan orthophoto menggunakan software Agisoft ..... 37

IV.1.1 Maksimal foto ..... 38

IV.1.2 Align photo ..... 39

IV.1.3 Transformasi Koordinat ..... 39

IV.1.4 Hasil export orthophoto ..... 40

IV.2 Hasil Proses Pengolahan orthophoto menggunakan software photomodeler scanner ..... 41

IV.2.1 Hasil export point ..... 41

IV.2.2 Transformasi Koordinat ..... 41

IV.2.3 Report hasil pemrosesan orthophoto ..... 42

IV.3.1 Perhitungan RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangka lunak Agisoft 9 GCP variasi 9 GCP ..... 43

IV.3.2 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan vertikal dari perangka lunak Agisoft 9 GCP variasi 27 GCP ..... 44

IV.3.3 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangka lunak photomodeler scanner 9 GCP Variasi 9 GCP ..... 46

IV.3.4 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangka lunak photomodeler scanner 9 GCP variasi 27 GCP ..... 48

IV.4 Perbandingan Ketelitian Geometri Pada Variasi GCP di setiap masing-masing perangka lunak ..... 50

IV.4.1 Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi GCP yang berbeda pada perangka lunak Agisoft photocen professional ..... 50

IV.4.2 Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi GCP yang berbeda pada perangka photomodeler scanner ..... 51

IV.5 Hasil Perbandingan ketelitian geometri (orthophoto dan software Agisoft)

dan *photomodeler* .....52

**BAB IV PENUTUP**

V.1. Kesimpulan.....53

V.2. Saran.....53

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 tabel 3.1 kordinat titik GCP di area kalibrasi sistem kordinat UTM zona 49 S.....	6
Tabel 2.2 Tabel 4.1 hasil perhitungan RMSe Horizontal dari <i>agisoft</i> dengan kombinasi 9 GCP serta 9 CPs .....	43
Tabel 2.3 Tabel 4.2 Perhitungan RMSE Vertikal dari <i>agisoft</i> 9 gcp .....	43
Tabel 2.4 Tabel 4.3 Perhitungan RMSE Horizontal dari <i>agisoft</i> 9 GCP serta 27 CPs .....	44
Tabel 2.5 Tabel 4.4 Perhitungan RMSE Vertikal dari <i>agisoft</i> 9 GCP 27 CP .....	45
Tabel 2.6 Tabel 4.5 Perhitungan RMSE horizontal dari <i>photodeler</i> 9 GCP variasi 9 CPs .....	46
Tabel 2.7 Tabel 4.6 Perhitungan RMSE vertikal dari <i>photodeler</i> variasi 9 CPs .....	47
Tabel 2.8 Tabel 4.7 Perhitungan RMSE horizontal dari <i>photodeler</i> 9 GCP 27 CPs .....	47
Tabel 2.9 Tabel 4.8 Perhitungan RMSE vertikal dari <i>photodeler</i> 27 CPs .....	48
Tabel 2.10 Tabel 4.9 adalah hasil perbandingan nilai GCP dari kombinasi <i>check point</i> yang berbeda .....	49
Tabel 2.11 Tabel 4.10 adalah hasil perbandingan dari kombinasi <i>check point</i> ....	50
Tabel 2.12 tabel 4.11 adalah hasil perbandingan ketelitian dari <i>agisoft</i> dan <i>photodeler</i> .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unmanned Aerial Vehicle (UAV) .....	5
Gambar 2.2 Konsep Orthofoto.....	6
Gambar 2.3 Prinsip-prinsip penyesuaian bundel blok .....	11
Gambar 3.1 foto hasil pemotretan udara.....	17
Gambar 3.2 proses kalibrasi kamera.....	18
Gambar 3.3 proses kalibrasi kamera.....	18
Gambar 3.4 Menu start. ....	19
Gambar 3.5 Tampilan Awal Aplikasi Agisoft Photoscan.....	19
Gambar 3.6 Add Photos. ....	19
Gambar 3.7 Open Photos. ....	20
Gambar 3.8 Tampilan Lembar Kerja Agisoft setelah Add Photo.....	20
Gambar 3.9 Menu Tools .....	20
Gambar 3.10 Jendela Photoscan Preferences.....	21
Gambar 3.11 Jendela untuk menyimpan data Log.....	21
Gambar 3.12 Kembali ke Jendela Agisoft Preferences .....	21
Gambar 3.13 Memilih ikon Rectangle Selection untuk Masking Foto .....	22
Gambar 3.14 Icon Invert Selection pada toolbar Edit.....	22
Gambar 3.15 Export Masks .....	22
Gambar 3.16 Kotak dialog Export Masks.....	23
Gambar 3.17 Jendela Save As .....	23
Gambar 3.18 Menu Import Mask.....	23
Gambar 3.19 Kotak dialog Import Mask .....	24
Gambar 3.20 Kotak dialog Select Folder.....	24
Gambar 3.21 Proses Import Mask .....	24
Gambar 3.22 Icon Settings.....	25
Gambar 3.23 Jendela Preferences Settings .....	25
Gambar 3.24 Jendela Import GPS data.....	25
Gambar 3.26 Jendela align photo.....	26
Gambar 3.27 proses align photo .....	26



Gambar 3.28 Select projection.....	26
Gambar 3.29 Point cloud dengan titik kontrol (GCP) .....	27
Gambar 3.30 Hasil pemberian koordinat.....	27
Gambar 3.31 Kotak dialog Optimize Photo Alignment.....	27
Gambar 3.32 Menu Build Dense Cloud pada Workflow.....	28
Gambar 3.33Kotak dialog Build Dense Cloud .....	28
Gambar 3.34 Proses BuilDense Cloud.....	28
Gambar 3.35Hasil Build Dense Cloud.....	29
Gambar 3.36Menu Build Mesh pada Workflow.....	29
Gambar 3.37Proses awal Build Mesh.....	29
Gambar 3.38 Kotak dialog Build Mesh .....	30
Gambar 3.39 Proses dari Build Mesh .....	30
Gambar 3.40 Menu Build Texture pada Workflow .....	30
Gambar 3.41 Kotak dialog Build Texture.....	31
Gambar 3.42 Proses Build Texture.....	31
Gambar 3.43 Menu Build DEM pada Workflow.....	31
Gambar 3.44 Kotak dialog Build DEM.....	32
Gambar 3.45 Proses Build DEM .....	32
Gambar 3.46 Menu Build Orthomosaic pada Workflow.....	32
Gambar 3.47 Proses Build Orthomosaic.....	33
Gambar 3.48 Hasil Build Orthomosaic.....	33
Gambar 3.49 pilihan menu yang di gunakan pada photomodeler scanner .....	33
Gambar 3.50 proses add photo.....	34
Gambar 3.51 proses smartpoint .....	34
Gambar 3.52 hasil persebaran point clouds .....	34
Gambar 3.53 proses marking titik gcp.....	35
Gambar 3.54 proses pembuatan digital surface model .....	35
Gambar 3.55 hasil digital surface model .....	35
gambar 3.56 merupakan tahap export orthophoto .....	36
Gambar3.57 merupakan hasil export orthophoto pada software photomodeller..	36
Gambar 4.1 Hasil masking photo.....	38

Gambar 4.2 hasil align photo.....	39
Gambar 4.3 hasil transformasi kordinat dalam point cloud.....	40
Gambar 4.4 hasil orthophoto.....	40
gambar 4.5 merupakan hasil persebaran titik-titik point cloud.....	41
Gambar 4.6 hasil transformasi koordinat.....	42
Gambar 4.7 hasil orthophoto.....	42

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Perkembangan teknologi fotogrametri *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* semakin pesat. Teknologi UAV memiliki potensi yang besar di masa depan, misalnya untuk pekerjaan pemetaan dengan cakupan area yang luas seperti pemetaan batas wilayah perkebunan, administrasi, daerah rawan bencana, daerah rawan konflik dan lain-lain. Dengan menggunakan teknologi fotogrametri *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* diharapkan dapat menjadi solusi dalam memudahkan surveyor dalam memperoleh data ukuran dilapangan dengan cepat, aman, efisien, akurat, serta dengan biaya yang relatif murah. Untuk memperoleh data ukuran yang baik serta akurasi yang tinggi, maka harus menggunakan metode serta langkah kerja yang tepat.

Ortofoto merupakan suatu reproduksi foto yang telah dikoreksi beberapa penyimpangannya, seperti kemiringan (*tilt*), pergeseran topografi, dan terkadang sampai pada distorsi lensanya (Paine, 1993). Dengan kata lain Ortofoto adalah foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi yang benar. Oleh karena itu ortofoto secara geometrik ekuivalen dengan peta garis konvensional dan peta simbol planimetrik yang tentu saja menyajikan objek ortografik. Beda antara ortofoto dengan peta adalah bahwa ortofoto dibentuk oleh gambar kenampakan, sedangkan peta dibentuk dengan menggunakan garis dan simbol yang digambarkan sesuai dengan skala untuk merefleksikan kenampakan. Ortofoto dibuat dari pasang-pasangan foto perspektif (biasanya foto udara) stereoskopis atau triplikat foto udara dengan suatu proses yang disebut *rektifikasi diferensial* sedemikian rupa sehingga gambar fotografis yang terjadi berada pada kedudukan ortografis yang benar. Ortofoto juga berbeda dengan suatu foto yang dibetulkan secara baku yakni dengan membetulkan foto udara dari kemiringan, sementara pada ortofoto yang dibetulkan tidak hanya kemiringan tetapi juga pergeseran topografinya. Dalam pembuatan *Orthophoto* juga membandingkan ketelitian orthophoto dengan menggunakan perangkat lunak *agisoft photoscan profesional* dan *photomodeler scanner* yang bertujuan untuk menganalisa serta mengevaluasi ketelitian dari *orthophoto* tersebut, serta membandingkan dari dua *software* tersebut hasil ketelitian yang paling baik yang akan di rekomendasikan dalam pengolahan data foto udara dengan menggunakan wahana pesawat tanpa awak *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)*. Dalam hal

*professional* dan *photomodeler scanner*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dipergunakan untuk evaluasi fotogrametri lebih lanjut. Adapun lokasi penelitian yang digunakan adalah kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur.

### 1.2 Rumusan masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana Melakukan analisa Ketelitian *Orthophoto* dari dua *software* yang berbeda?

### 1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Melakukan uji ketelitian *orthophoto* dengan dua *software* yang berbeda untuk mendapatkan hasil ketelitian *orthophoto* yang lebih baik.

### 1.4 Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pihak – pihak terkait untuk foto udara UAV dalam mengevaluasi ketelitian *orthophoto* dengan perangkat lunak yang memiliki tingkat keakuratannya tinggi.

### 1.5 Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian adalah di Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang Jawa Timur, seluas  $\pm 8$  ha.
2. Pemotretan udara menggunakan pesawat UAV dengan tipe *fix wing new sky walker*.
3. Kamera yang di gunakan pada pemotretan adalah kamera format kecil memiliki ukuran frame 24 mm x 36 mm dengan panjang fokus 35 mm.
4. Perangkat lunak yang di gunakan dalam proses pengolahan data adalah *Agisoft photoscan profesional* dan *photomodeler scanner*.
5. Metode yang digunakan untuk menganalisa ketelitian *orthophoto* ialah dengan metode ICP(*Independent control Point*).

### I.6 Sistematika penulisan

Adapun sebagai tahapan dalam penelitian ini maka disusun laporan hasil penelitian skripsi yang sistematika pembahasannya diatur sesuai dengan tatanan sebagai berikut :

#### A. BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menguraikan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Batasan Masalah serta Sistematika Penulisan.

#### B. BAB II DASAR TEORI

Bagian ini berisi tentang kajian pustaka dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini.

#### C. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan tentang bagaimana penelitian ini dilakukan, dimulai dari proses pengumpulan data, pengolahan data sampai pada hasil akhir yang menjadi tujuan dilakukannya penelitian ini.

#### D. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan secara rinci pelaksanaan penelitian dalam mencapai hasil serta kajian dan pembahasan hasil dari penelitian ini.

#### E. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini merupakan uraian singkat tentang kesimpulan hasil pembahasan yang mencakup isi dari penelitian, serta saran – saran yang berkaitan dengan kesesuaian penggunaan hasil penelitian agar tepat guna dan sasaran.



## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1. Foto Udara Digital

Foto udara adalah citra fotografi hasil perekaman dari sebagian permukaan bumi yang diliput dari pesawat terbang pada ketinggian tertentu menggunakan kamera tertentu (Subiyanto, S., 2010).

Pada dasarnya foto udara digital merupakan data raster yang diperoleh dari hasil penyiaman (*scanning*) foto udara. Ciri-ciri foto udara digital, antara lain :

- a. Skala pada foto udara sama untuk satu lembar foto
- b. Sistem proyeksi perspektif
- c. Semua aspek terlihat
- d. Tidak ada legenda atau simbol

Foto udara dapat dibedakan berdasarkan beberapa aspek, antara lain:

a. Berdasarkan sudut pengambilan

1. Foto udara vertikal.

Foto udara vertikal adalah foto udara yang dibuat dari pesawat terbang dengan arah sumbu optik kamera tegak lurus atau sangat mendekati tegak lurus.

2. Foto udara *oblique*.

Foto udara *oblique* atau miring adalah foto udara yang dibuat dengan sumbu kamera menyudut terhadap garis tegak.

3. Foto udara *high oblique*.

Foto udara *high oblique* atau sangat condong/miring adalah foto udara yang dibuat dengan sudut inklinasi kamera yang cukup besar terhadap garis tegak.

b. Berdasarkan jenis kamera yang digunakan

Maksudnya disini adalah berdasarkan ukuran bingkai negatifnya, dibedakan menjadi:

1. Foto udara format normal.

Ukuran foto ini adalah 23 cm x 23 cm. Jenis foto ini diambil dengan kamera metrik.

2. Foto udara format kecil.

Ukuran foto ini adalah 6 cm x 6 cm atau 24 mm x 35 mm. Jenis foto ini diambil dengan kamera non metrik.

## II.2 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* adalah salah satu jenis robot penjelajah udara tanpa awak. *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* juga sering disebut dengan nama Pesawat Udara Nir Awak (PUNA). *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* merupakan kendaraan udara tanpa awak (pilot pengendali) di dalamnya. Karena tidak memiliki awak, *UAV* harus dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *remote control* dari luar kendaraan atau biasa disebut *Remotely Piloted Vehicle (RPV)*. Selain itu, *UAV* juga dapat bergerak secara otomatis berdasarkan program yang sudah ditanamkan pada sistem komputernya.



Gambar II.1 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

Pada saat ini *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* telah berkembang dengan sangat pesat dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Berikut ini merupakan beberapa contoh aplikasi dari *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* :

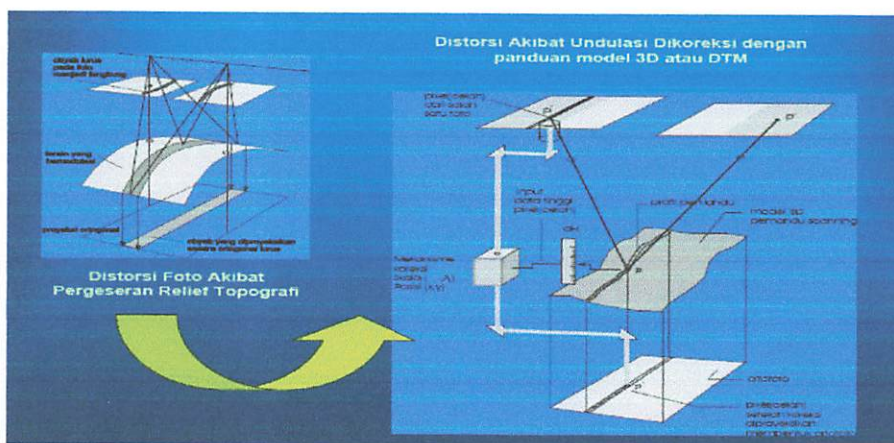
### Aplikasi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

1. Melakukan penginderaan jarak jauh, seperti memantau jaringan listrik, melakukan pemetaan suatu daerah, melihat keadaan geologi suatu daerah, dan memantau lahan pertanian.
2. Melakukan *respons* terhadap bencana yang terjadi, seperti melakukan pemantauan kerusakan akibat bencana banjir dan melakukan pemantauan kebakaran hutan.
3. Melakukan pengawasan hukum, seperti patroli keamanan suatu lokasi, pemantauan keadaan lalu lintas, patroli keadaan pesisir, kelautan, dan perbatasan.
4. Melakukan pencarian dan penyelamatan pada daerah yang sulit dijangkau.

5. Melakukan perjalanan transportasi, seperti membawa kargo kecil, kargo besar hingga mengangkut penumpang.
6. Menjadi alat penghubung komunikasi permanen ataupun sementara dan juga untuk menyalurkan siaran seperti siaran televisi dan radio.

### 11.3. Orthophoto Digital

Sejak tahun 1990 era fotogrametri digital telah dimulai hingga sampai saat ini telah ada puluhan *software* fotogrametri yang beredar antara lain *Agisoft photo scan*, *photo modeler scanner* dan lain-lain. *Software-software* ini dapat mengatasi masalah-masalah yang timbul karena kesalahan yang melekat pada foto. Pada *software-software* ini juga dilengkapi dengan proses *orthofoto*.



Gambar II.2. Konsep Orthofoto (Bobby. S, 2004)

Orthofoto merupakan proses rektifikasi diferensial dengan menggunakan alat stereo orthofoto. Input yang digunakan adalah model (foto stereo), oleh sebab itu proses pembuatan dilakukan model semi model.

Tujuan proses orthofoto adalah:

1. Menghilangkan kemiringan kamera.
2. Menyamakan skala.
3. Menghilangkan pergeseran relief.

Proses orthofoto dibuat untuk melengkapi atau menggantikan peta-peta garis yang konvensional. Proses orthofoto dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara konvensional dan cara digital.

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Perbedaan antara orthofoto manual dan digital adalah pada proses digital kita tidak bisa melihat proses restitusi secara langsung seperti pada proses manual. Orthofoto digital diperoleh melalui digital yaitu dengan menggunakan *software*, dimana melakukan koreksi ketinggian *Digital Elevation Model (DEM)*. Pembuatan *DEM* pada *software* berasal dari data-data yaitu titik kontrol, garis kontur serta kombinasi antara garis kontur dengan ketinggian bangunan.

Kelebihan orthofoto digital antara lain:

1. Proses pembuatan lebih cepat dan bersih.
2. Tidak perlu repot dengan menggunakan proses fotografis yang memerlukan ruang gelap dan bahan kimia.
3. Cara pembuatannya dilakukan oleh komputer.

#### **II.4. Kamera**

Kamera merupakan ruang atau kotak cahaya dimana *image* dari suatu obyek diproyeksikan pada sebuah pringan *sanditif* atau film, *CCD (Charge Couple Device)* pada kamera digital melalui bukaan yang biasanya dilengkapi dengan sebuah lensa atau lebih dari satu lensa, *shutter*, dan *apertur variable (Wolf, 1993)*.

##### **II.4.1 Kamera Metrik**

Kamera metrik merupakan kamera yang dirancang khusus untuk keperluan fotogrametrik (*Wijayanti, 2008*). Kamera metrik yang umum digunakan mempunyai ukuran format 23cm × 23cm, kamera metrik dibuat stabil dan dikalibrasi secara menyeluruh sebelum digunakan. Nilai-nilai kalibrasi dari kamera metrik seperti panjang fokus, distorsi radial lensa, koordinat titik utama foto diketahui dan dapat digunakan untuk periode yang lama. Untuk kamera metrik berformat normal dikenal tiga sudut bukaan (*angle field of view*), yakni: (*Dipokusumo, 1999 dalam Wijayanti, 2008*).

1. *Normal angle (NA)*, dengan panjang fokus 210mm,
2. *Wide Angle (WA)*, dengan panjang fokus 152mm, dan
3. *Super Wide Angle*, dengan panjang fokus 88mm.

##### **II.4.2 Kamera Non-Metrik**

Kamera non-metrik dirancang untuk foto profesional maupun pemula, dimana kualitas citra lebih diutamakan daripada kualitas geometrinya. Kamera non-metrik memiliki dua keterbatasan utama yaitu (*Wijayanti, 2008*) :

- a. Ketidakstabilan Geometri

Masalah terbesar penggunaan kamera non-metrik adalah ketidakstabilan geometrik. Kamera non-metrik memiliki lensa yang tidak sempurna, sehingga foto udara yang dihasilkan dari perekaman kamera non-metrik mengalami kesalahan. Kamera ini tidak memiliki tanda-tanda fidusial, namun dapat dilakukan modifikasi untuk membuat tanda fidusial. Selain itu pada kamera non-metrik tidak diketahui secara pasti besarnya panjang fokus dan posisi *principal point*, sehingga pengukuran pada foto udara menjadi kurang teliti. Kamera non-metrik dapat dikalibrasi dengan teknik tertentu sehingga parameter-parameter internal yang berpengaruh pada ketelitian geometrik foto dapat diketahui, dan kamera non-metrik dapat digunakan untuk aplikasi fotogrametri.

#### b. Ukuran Sensor

Keterbatasan lain dalam penggunaan kamera non-metrik adalah terbatasnya ukuran film. Untuk mengcover area dengan luas dan skala yang sama, penggunaan kamera format kecil 24mm×36mm membutuhkan jumlah foto lebih banyak dibandingkan jika pemotretan itu dilakukan dengan menggunakan kamera metrik format besar 23 cm × 23cm. Selain itu seringkali dalam pemetaan metode foto udara dibutuhkan foto dengan ukuran asli yang besar, sehingga penggunaan kamera format kecil menjadi masalah.

### II.5 Kalibrasi kamera

Kalibrasi adalah kegiatan untuk memastikan hubungan antara harga-harga yang ditunjukkan oleh suatu alat ukur dengan harga yang sebenarnya dari besaran yang diukur. Kalibrasi kamera dilakukan untuk menentukan parameter distorsi, meliputi distorsi radial dan distorsi tangensial (*decentring*), serta parameter-parameter lensa lainnya, termasuk juga *principal distance* ( $c$ ), serta titik pusat fidusial foto. Pada *Software Australis*, model kalibrasi terdiri dari orientasi dalam ( $x_0, y_0, c$ ), koefisien distorsi lensa ( $K_1, K_2, K_3, P_1$  dan  $P_2$ ) serta koefisien untuk perbedaan penyekalaan dan ketidak ortogonal antara sumbu X dan Y ( $b_1, b_2$ ). Distorsi lensa dapat menyebabkan bergesernya titik pada foto dari posisi yang sebenarnya. Kalibrasi kamera dapat dilakukan dengan berbagai metode. Secara umum kalibrasi kamera biasa dilakukan dengan tiga metode, yaitu *laboratory calibration*, *on the job calibration* dan *self calibration* (Atkinson, 1987). *Laboratory calibration* dilakukan di laboratorium, terpisah dengan proses pemotretan objek. Metode yang termasuk di dalamnya antara lain *optical laboratory dan test range calibration*. Secara umum metode ini sesuai untuk kamera jenis metrik. *On the job calibration* merupakan teknik penentuan parameter kalibrasi lensa dan kamera dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan pemotretan obyek. Pada *self calibration* pengukuran titik-titik target pada



obyek pengamatan digunakan sebagai data untuk penentuan titik obyek sekaligus untuk menentukan parameter kalibrasi kamera. Parameter kalibrasi kamera memegang peranan penting kunci untuk mendapatkan tingkat keakurasian yang tinggi untuk titik-titik koordinat obyek yang terekam / diukur melalui foto digital. Indikasi ketelitian adalah jarak dan bentuk yang benar antara hasil pengukuran di foto dibanding dengan data lapangan. Dengan demikian parameter kalibrasi beserta ketelitiannya yang harus didapatkan (*A. Gruen and Fraser*).

## II.6. Restitusi Foto Udara

Restitusi foto udara adalah proses merekonstruksi posisi foto udara dari hasil rekaman foto dalam dua dimensi menjadi model tiga dimensi seperti pada saat pemotretan. Adapun tahapan pembentukan model tiga dimensi dari pasangan foto udara meliputi orientasi dalam (*inner orientation*), orientasi relatif (*relative orientation*), dan orientasi absolut (*absolut orientation*) (*Rafsanjani, 2008*).

### II.6.1 Orientasi Dalam (*Inner Orientation*)

Orientasi dalam pada hakekatnya adalah merekonstruksi berkas sinar dari foto udara seperti pada saat foto tersebut diambil oleh kamera. Setiap perekam udara menggunakan foto udara digital akan menghasilkan foto dalam metode koordinat piksel (kolom, baris) yang memiliki titik origin pada pojok kiri atas. Agar dapat menghasilkan model dalam bentuk geometris yang tepat maka perlu dilakukan proses transformasi dari koordinat piksel menjadi koordinat foto ( $x, y$ ) yang memiliki titik origin pada pusat foto. Transformasi dari metode koordinat piksel ke metode koordinat foto disebut sebagai orientasi dalam. Unsur-unsur yang diperlukan untuk proses orientasi dalam diantaranya adalah panjang fokus kamera, ukuran negatif film atau CCD (*Charge Couple Device*) pada kamera digital. Model matematis untuk orientasi dalam adalah transformasi *Affine* dua dimensi (*Mensah, 1999; Schehk, 2000 dalam Harintaka, 2008*) :

$$x = a1 + a2 u + a3 v \dots\dots\dots (2.1)$$

$$y = a4 + a5 u + a6 v \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana,

$x, y$  = sistem koordinat foto

$u, v$  = sistem koordinat piksel

$a1, \dots, a6$  = parameter transformasi

Parameter transformasi ( $a1, \dots, a6$ ) diperoleh dari hasil hitungan rumus (2.1) dan (2.2) yaitu dengan menentukan koordinat minimal tiga buah tanda tepi kamera dalam sistem

koordinat piksel. Jika diketahui lebih dari tiga tanda tepi maka dapat dilakukan perhitungan kuadrat terkecil untuk dapat menentukan parameter kalibrasi kamera (Harintaka, 2008).

### II.6.2 Orientasi Relatif (*Relative Orientation*)

Orientasi relatif merupakan penentuan kemiringan dan posisi relatif dua buah foto pasangan stereo. Dimana sasaran orientasi relatif ini adalah mengorientasikan dua buah foto sehingga setiap pasangan sinar yang sekawan dari dua foto tersebut berpotongan pada ruang. Orientasi ini dapat dilakukan jika lima pasang sinar dari sepasang foto berpotongan, sehingga setiap pasang berkas sinar pada kedua foto akan berpotongan. Sedangkan pasangan sinar ke-enam digunakan sebagai ukuran lebih. Bila minimal lima pasang sinar dapat dipertemukan maka seluruh pasangan sinar dari kedua berkas akan saling berpotongan membentuk model fiktif (Rafsanjani, 2008). Proses ini dilakukan dengan cara memberikan nilai posisi dan orientasi untuk foto pertama, kemudian dilakukan proses perhitungan nilai posisi dan orientasi pada foto kedua menggunakan parameter dari posisi kamera pertama dan koordinat foto dari kedua buah foto. Dalam proses relatif orientasi ini tidak menghasilkan nilai posisi dan orientasi dari foto yang sebenarnya, akan tetapi menghasilkan sebuah nilai relatif antara dua buah foto tersebut. Yaitu menetapkan beberapa parameter *exterior orientation* (EO)  $\omega$ ,  $\varphi$ ,  $k$ ,  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  dari foto kanan dari pertemuan 5 berkas sinar dari koordinat obyek tiga dimensi ( $X_i$ ,  $Y_i$ ,  $Z_i$ ) yang ada (Rafsanjani, 2008).

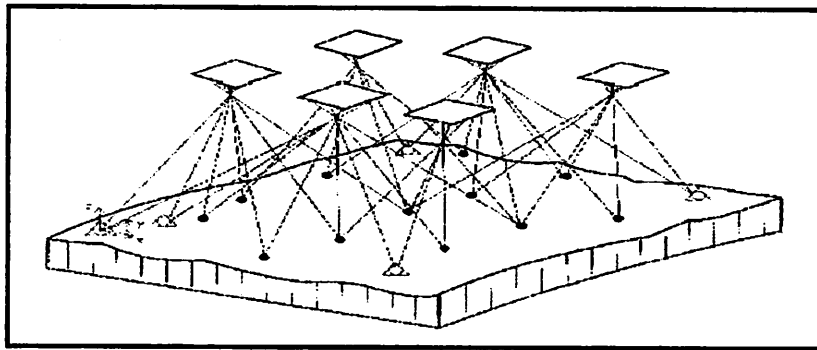
### II.6.3 Orientasi Absolut (*Absolut Orientation*)

Orientasi absolut adalah proses pengikatan sistem koordinat model ke sistem koordinat definitif. Secara analitis, orientasi absolut tersebut adalah melakukan transformasi sebangun tiga dimensi dari metode koordinat model ke metode koordinat tanah. Proses orientasi absolut merupakan penyamaan antara koordinat model dengan koordinat tanah. Titik-titik tersebut biasanya disebut titik control yang koordinatnya diperoleh dari proses triangulasi udara. Dalam transformasi ini melibatkan 7 (tujuh) parameter transformasi, yaitu : tiga sudut rotasi  $\omega$ ,  $\varphi$ , dan  $\kappa$ , satu faktor skala  $\lambda$ , dan tiga faktor translasi  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$ . (Mikhail, 2001 p118).

## II.7. *Bundle Adjustment*

Dalam metode perataan ini berasal dari potongan atau blok fotografi dengan sekurang-kurangnya 60% *overlap* dan 20% *sidelap*. Definisi dari prinsip penyesuaian kuadrat terkecil adalah bundel-bundel sinar ditempatkan dan diputar sedemikian rupa

sehingga bundel-bundel tumpang tindih satu sama lain sebaik-baiknya pada titik-titik yang bertalian dan menerobos titik-titik kontrol sedekat mungkin.



Gambar II.3 Prinsip-prinsip penyesuaian bundel blok (Subiyanto, S, 2007).

Keakuratan dapat diperkirakan untuk penyesuaian blok bundel dengan 60% *overlap* dan 20% *sidelap* dan untuk titik-titik yang ditandai sebagai :

Planimetri :  $\sigma_{xy} = \pm 3$  im pada fotografi.

Tinggi :  $\sigma_z = \pm 0.03$  ‰ dari jarak kamera (NA – WA)

=  $\pm 0.04$  ‰ dari jarak kamera (SWA).

## II.8 Produk Fotogrametri Digital

Hampir semua pemetaan menggunakan sistem digital, walaupun produk akhirnya adalah peta dalam bentuk kertas (*hardcopy*). Berikut ini perbedaan penting diantara representasi grafis digital dan struktur kartografi digital. Sebuah representasi grafis hanya menampilkan data set secara khusus, dan kekurangannya pada kemampuan akses mendasar pada data set. Sebuah struktur data kartografi dapat di manipulasi atas dasar informasi yang ditampilkan. Dengan kata lain, sebuah representasi grafis digital adalah gambar dari peta, sedangkan struktur data digital dapat digunakan dan disebut sebagai peta. Berikut ini beberapa produk fotogrametri digital, meliputi (Mikhail, 2001) :

### 1. Digital Elevation Model (DEM)

DEM mempunyai kegunaan, sebagai data *raw* dan sebagai data masukan pada pembuatan *orthophoto*. DEM mempresentasikan elevasi permukaan bumi secara digital menjadi titik-titik dalam *array*. Elevasi diindikasikan menggunakan intensitas *image*, dengan titik tertinggi ditunjukkan dengan nilai yang lebih cerah. DEM dibentuk berdasarkan interpolasi antar titik ketinggian, pada tahap interpolasi biasanya terjadi

interpolasi yang salah, dikarenakan kurangnya titik yang mempresentasikan permukaan bumi. Alternatifnya adalah diperlukan *breakline*, yang mengindikasikan lembah dan tebing, garis *drainase* dan yang lainnya yang menindikasikan permukaan topografi. Alternatif lain adalah dengan membuat format *DEM* dalam bentuk *TIN (Triangular Irregular Network)* sangat efisien dalam mempresentasikan permukaan dengan sedikit titik.

## 2. Data Vektor Digital

Fitur planimetris dipresentasikan sebagai data vektor digital. Digital vektor terdiri dari data koordinat 2D dan 3D yang mendiskripsikan fitur. Jenir fitur yang sangat sederhana diidentifikasi seperti jalan, bangunan, atau atribut, yang mana adalah identifikasi kode pada struktur data.

## 3. Orthophoto

*Orthophoto/image* dibuat dari foto perspektif melalui proses *rektifikasi differensial*, yang meniadakan pergeseran letak gambar yang disebabkan oleh posisi miring sensor pada saat perekaman dan variasi topografi. Pada foto miring, pergeseran letak gambar oleh *relief* tergantung pada tinggi terbang, jarak titik dari nadir, kelengkungan bumi, dan ketinggian. Dalam prosesnya, pergeseran letak oleh *relief* pada sembarang foto dan variasi skala dapat dieliminasi sehingga skala menjadi seragam pada seluruh foto.

## II.9 RMSE (Root Mean Square Error)

*RMSE (Root Mean Square Error)* merupakan akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat dari sumber *independent* yang ketelitiannya lebih tinggi (FGDC, 2013).

### II.9.1 RMSE Horisontal

RMSE horisontal ditentukan dari dari nilai RMSE absis dan RMSE ordinat. Nilai RMSE absis dan RMSE ordinat dapat dihitung dengan persamaan (2.3) dan (2.4) sebagai berikut (FGDC, 2013):

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum (x_{data,i} - x_{ref,i})^2}{n}} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum (y_{data,i} - y_{ref,i})^2}{n}} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana,

RMSE<sub>x</sub> : nilai RMSE ordinat

RMSE<sub>y</sub> : nilai RMSE absis

$xdata ,i , ydata ,i$  : koordinat posisi titik ke-i dataset

$xcek ,i , ycek ,i$  : koordinat posisi titik ke-i data titik cek

$n$  : jumlah titik cek yang diuji

$i$  : bilangan bulat dari 1 sampai  $n$

Sehingga nilai RMSE Horizontal dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$RMSE_{xy} = \frac{\sqrt{\sum_i (xdata_{i,1} - xcek_{i,1})^2 + (ydata_{i,1} - ycek_{i,1})^2}}{n}$$

$$= \sqrt{(RMSE_x^2 + RMSE_y^2)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Jika  $RMSE_x = RMSE_y$  , maka :

$$RMSE_{xy} = \sqrt{(2 * RMSE_x^2)} = \sqrt{(2 * RMSE_y^2)}$$

$$= 1.4142 * RMSE_x = 1.4142 * RMSE_y \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana,

$RMSE_{xy}$  : nilai RMSE horisontal

Jika  $RMSE_{min}$  dibagi  $RMSE_{max}$  berada diantara 0.6 dan 0.1 (dimana  $RMSE_{min}$  lebih kecil dari nilai antara  $RMSE_x$  dan  $RMSE_y$  dan  $RMSE_{max}$  adalah nilai yang paling besar), maka RMSE horisontal mendekati persamaan (2.6) (*Greenwalt dan Schultz, 1968 dalam FGDC, 2013*).

$$RMSE_{xy} = 0.5 (RMSE_x + RMSE_y) \dots \dots \dots (2.7)$$

## II.9.2 RMSE Vertikal

RMSE vertikal dapat dihitung dengan persamaan (2.8) (*FGDC, 2013*).

$$RMSE_z = \frac{\sqrt{\sum_i (zdata_{i,1} - zcek_{i,1})^2}}{n} \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana,

$RMSE_z$  : nilai RMSE vertikal

$zdata ,i$  : koordinat z titik ke-i dataset

$zcek ,i$  : koordinat z titik ke-i data titik cek

$n$  : jumlah titik cek yang diuji

$i$  : bilangan bulat dari 1 sampai  $n$

## II.10 Pengolahan data dengan Perangkat Lunak

Pengolahan data dengan bantuan perangkat lunak dalam era teknologi modern kini sangat diperlukan untuk mempermudah serta efisiensi dalam mempersingkat waktu

pengolahan data foto udara untuk menghasilkan gambar tampilan *orthophoto* serat pemodelan tiga dimensi .

### **II.10.1 Perangkat Lunak *Agisoft PhotoScan Profesional***

*Agisoft PhotoScan Profesional* adalah perangkat lunak untuk 3D *modeling* dan pengukuran, *PhotoScan* mampu melakukan pemodelan sidik jari dan berbagai kemampuan yang hampir tak terbatas. Selain itu *photoscan* juga mampu membuat *orthophoto* bergeoreferensi dan mempunyai fitur pembuat *DEM*, karena itulah *photoscan* bisa berperan dalam bidang pemetaan dan pemantauan permukaan tanah, serta pekerjaan yang berhubungan dengan sistem informasi geografis. *Agisoft PhotoScan* mampu memproses hingga puluhan ribu foto memberikan hasil dengan tingkat akurasi yang tinggi baik dalam dimensi horizontal maupun vertikal.

*Agisoft* edisi *PhotoScan Standard* merupakan realisasi program dasar yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai tugas, seperti rekonstruksi, pemodelan, digitalisasi benda dan adegan dalam pembuatan *video game*. Fitur utama : Kalibrasi kamera otomatis, pencarian *tie-point* secara otomatis, triangulasi udara dan penyesuaian blok, pemodelan 3D dan ekspor dalam format *TIN*, serta pemetaan tekstur. *Agisoft PhotoScan Profesional* mencakup semua fungsi edisi *Standard* yang ditingkatkan dengan fitur seperti : Georeferensi, ekspor *DEM* data elevasi *GeoTIFF*, *Arc/Inpho* jaringan *ASCII*, *Band* format *file interleaved*, format *file XYZ*, membuat ortofoto, melakukan pengukuran luas dan *volume*, dan *Python scripting*.

### **II.10.2 Perangkat Lunak *Photo Modeler***

*PhotoModeler* adalah aplikasi perangkat lunak yang melakukan pemodelan berbasis gambar dan jarak dekat fotogrametri - memproduksi model 3D dan pengukuran dari fotografi membuat *orthophoto*. *Close range photogrametry* (CRP) adalah sub-set fotogrametri dan dibedakan dari *Aerial* Fotogrametri oleh jenis foto masukan. Dalam CRP, foto-foto yang diambil dari tanah, atau dari posisi udara yang berada pada kisaran lebih dekat dengan subjek daripada khas *Aerial* Fotogrametri. (Prasetyo, 2015)

## BAB III

### PELAKSANAAN PENELITIAN

#### III.1 Persiapan

Pada tahap persiapan penelitian terlebih dahulu harus merancang persiapan yang rinci dan matang . Agar dapat diperoleh hasil yang optimal maka ada beberapa hal yang harus dipersiapkan, yaitu :

#### III.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini dapat terlaksana didukung oleh alat dan bahan yang digunakan. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

##### III.2.1 Alat Penelitian

###### A. *Hardware*

Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 unit komputer/Laptop
- Kamera Pocket Sony dengan lensa panjang fokus fix 35 mm
- Pesawat *UAV* tipe *Fix wing*

###### B. *Software*

Perangkat Lunak (*Software*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- *Agisoft Photoscan Profesional* untuk pemrosesan data foto udara.
- *PhotoModeler Scanner* untuk pemrosesan data foto udara.
- *Microsoft Excel 2010* untuk proses perhitungan ndata foto udara.
- *Microsoft Word 2010* untuk penulisan dan penyusunan penelitian.

##### III.2.2 Bahan Penelitian

Adapun materi yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini meliputi:

###### 1. Kamera Pocket Sony

Sebuah kamera Pocket Sony yang telah terkalibrasi.

###### 2. Data Foto

Data foto yang di gunakan adalah data foto yang telah di *geotaging* .

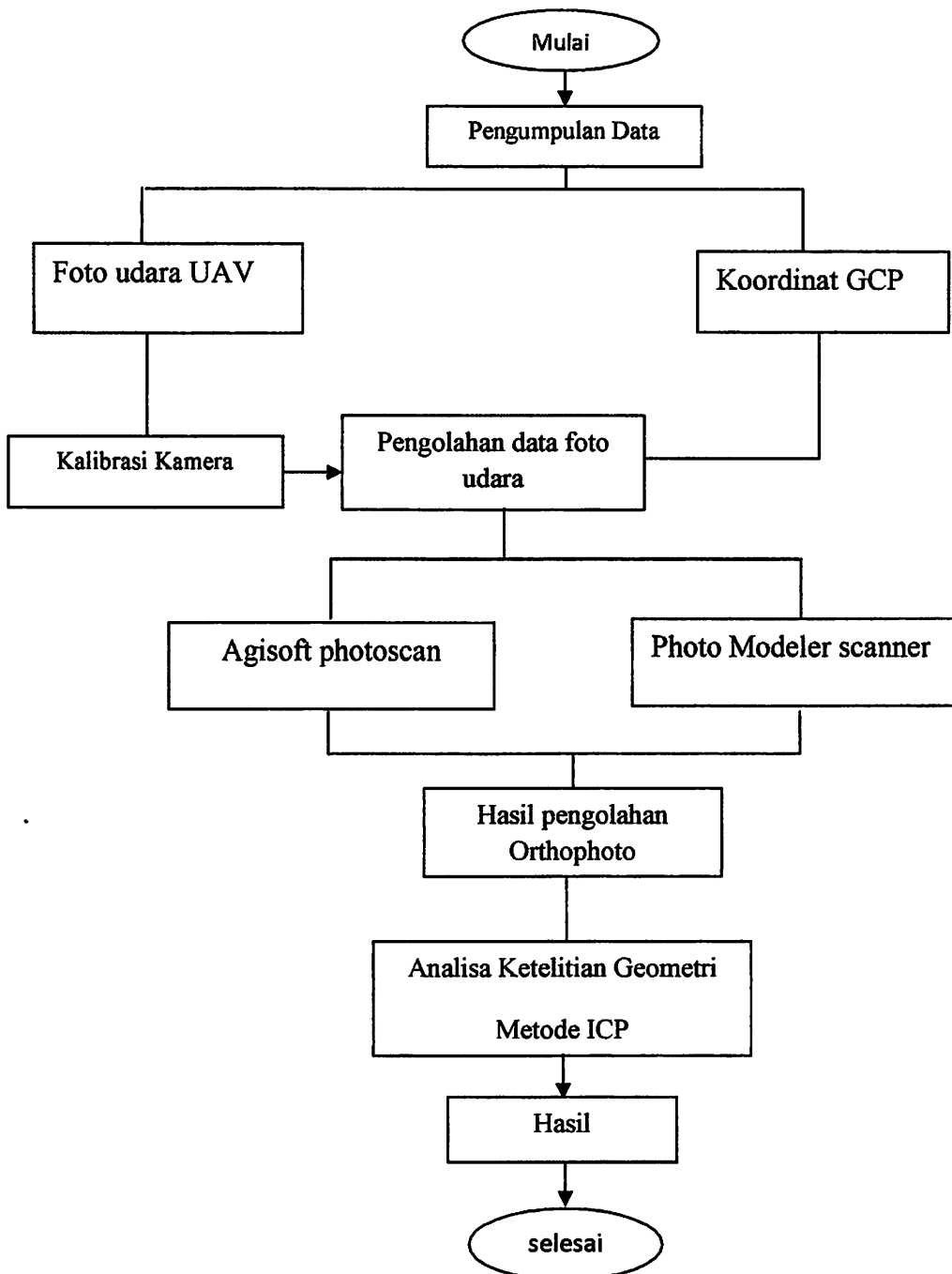
###### 3. Data Kordinat

Data berupa titik kordinat area kalibrasi

### III.3 Langkah Penelitian

#### III.3.1 Flowchart

Dalam proses penelitian haruslah dibuat suatu kerangka pekerjaan yang sistematis. Adapun langkah atau alur penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

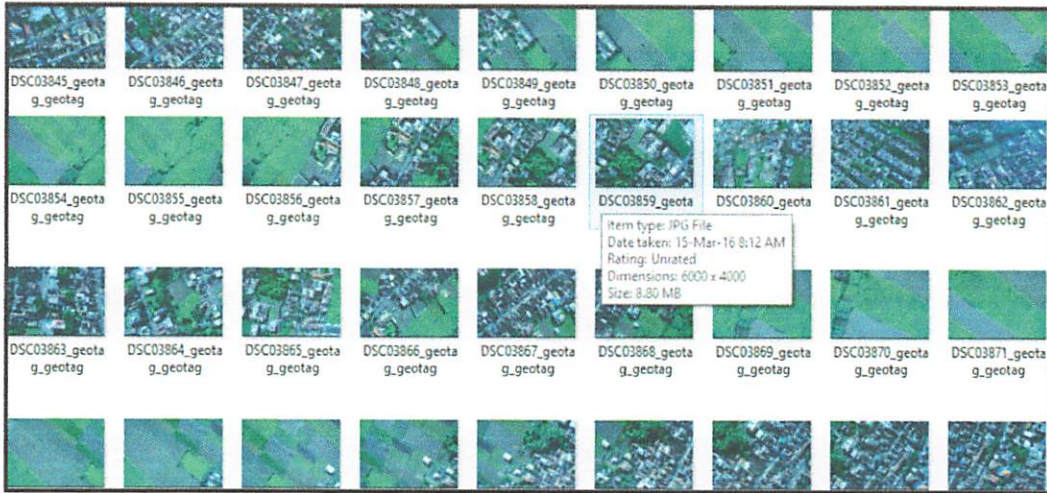




### III.3.2 Pengumpulan data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Data foto udara digital hasil pemotretan UAV menggunakan kamera digital di wilayah kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Berikut hasil foto udara yang di peroleh dapat dilihat di gambar 3.1.



Gambar 3.1 foto hasil pemotretan udara

2. Data GCP (*ground control point*) meliputi Titik kontrol utama dan titik kontrol perapatan. Titik kontrol utama di ukur dengan menggunakan GPS Geodetik metode statik dan titik kontrol perapatan di ukur dengan menggunakan alat Total Station.

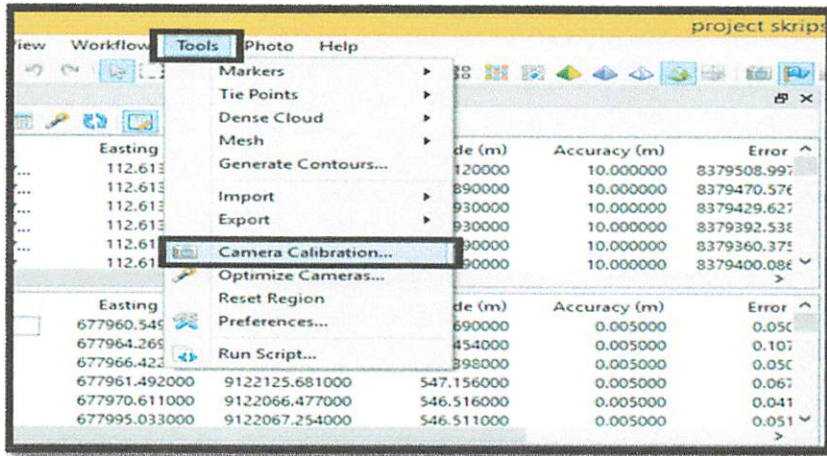
tabel 3.1 kordinat titik GCP di area kalibrasi sistem kordinat UTM zona 49

IN THE MAP	N	E	Z
B1	9122203.074	677960.549	547.69
B2	9122170.878	677964.269	547.454
B3	9122142.948	677966.422	547.398
B4	9122125.681	677961.492	547.156
B5	9122097.075	677967.224	546.718
B6	9122066.477	677970.611	546.516
B7	9122067.254	677995.033	546.511
B8	9122099.726	677995.184	546.688
B9	9122130.759	677989.436	546.834
B10	9122152.893	677995.666	547.017
B11	9122162.619	677988.388	547.178
B12	9122185.756	677979.371	547.866
B13	9122219.338	678007.484	547.472
B14	9122175.153	678016.621	547.501
B15	9122161.693	678008.374	547.172
B16	9122137.929	678010.194	546.926
B17	9122107.037	678023.616	546.675
B18	9122099.056	678022.567	546.701
B19	9122060.448	678029.627	546.434
B20	9122076.735	678052.301	546.49

### III.3.3 Kalibrasi Kamera

Tahap ini yaitu proses kalibrasi kamera yang ditentukan dari pemotretan bidang kalibrasi dilapangan. Data yang di dapat dari pengolahan menggunakan *software agisoft photoscan profesional*. Dari hasil pengolahan data di *software* tersebut maka dapat hasil parameter kalibrasi. Adapun tahap kalibrasi yang di lakukan dengan perangkat lunak tersebut.

1. Pilih menu *tools* lalu pilih *camera calibration*



Gambar 3.2 proses kalibrasi kamera

2. Pilih *adjustment* untuk melihat nilai parameter kalibrasi kamera lalu pilih *save*



Gambar 3.3 proses kalibrasi kamera

### III.3.4 Pemrosesan data foto udara

Secara garis besar proses pengolahan data dengan menggunakan *software agisoft photoscan profesional* dan *photomodeler scanner* meliputi:

### III.3.5 Pengolahan Data *Orthophoto* pada *Agisoft Photoscan Profesional*

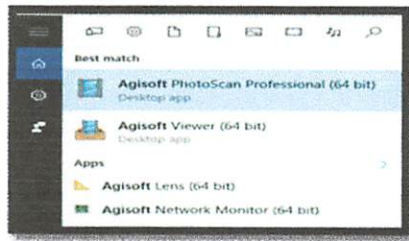
#### III.3.5.1 Proses masking foto

*Masking photo* digunakan untuk menyeleksi/mengeliminasi bagian foto yang tidak diikutkan proses pengolahan karena terdapat obyek penghalang atau karena terletak



pada bagian tepi foto sehingga reduksinya besar. Berikut proses langkah kerja masking foto .

1. Buka software *Agisoft* dengan klik *Start* → *AgisoftPhotoScan Professional*.

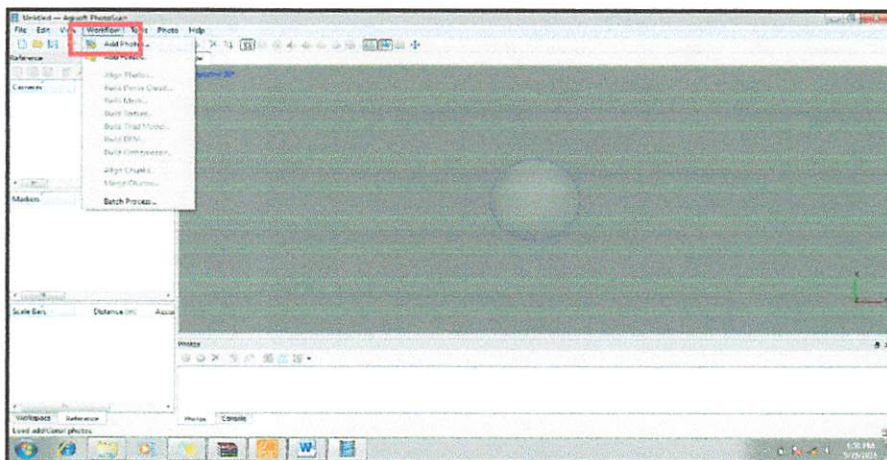


Gambar 3.4 Menu start



Gambar 3.5 Tampilan Awal Aplikasi Agisoft Photoscan

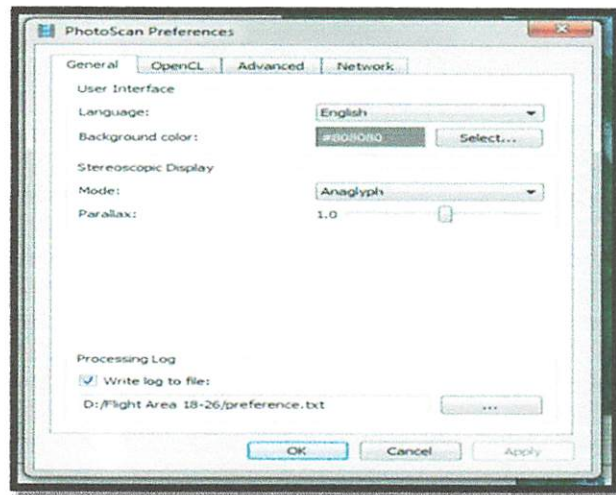
2. Pilih menu *Workflow* kemudian pilih *Add Photos* lalu pilih foto yang akan diproses, lalu klik *Open*.



Gambar 3.6 Add Photos

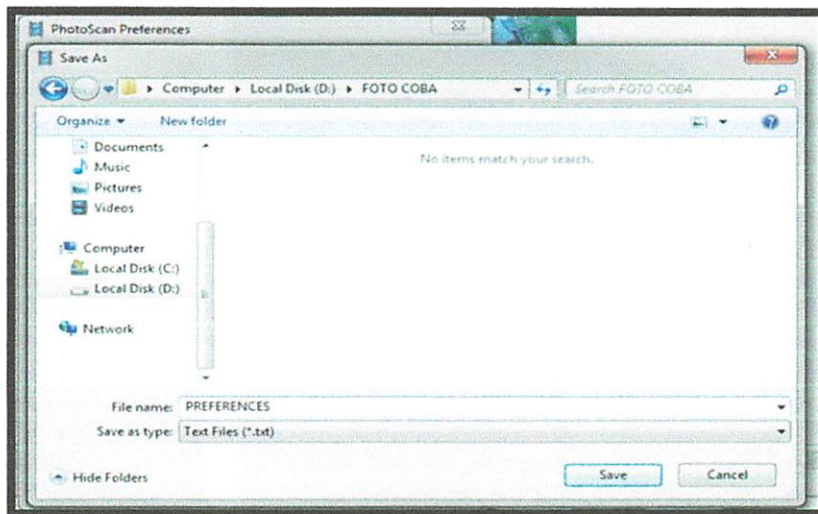




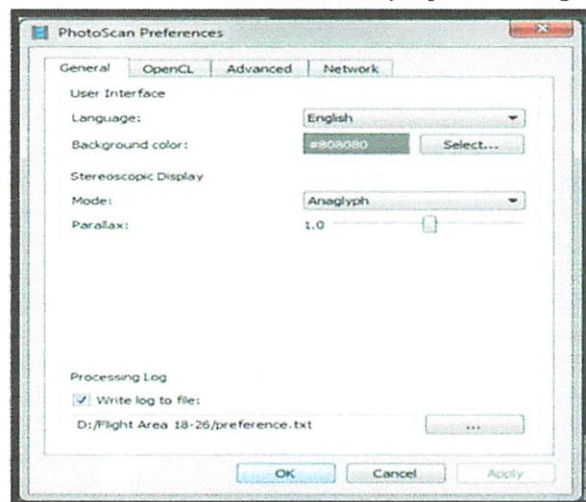


Gambar 3.10 Jendela Photoscan Preferences

5. Kemudian di bagian bawah *Processing Log* pilih icon (...) maka akan muncul jendela seperti ini. Pilih tempat penyimpanan, masukkan nama datanya kemudian klik *save*. Klik *ok*.

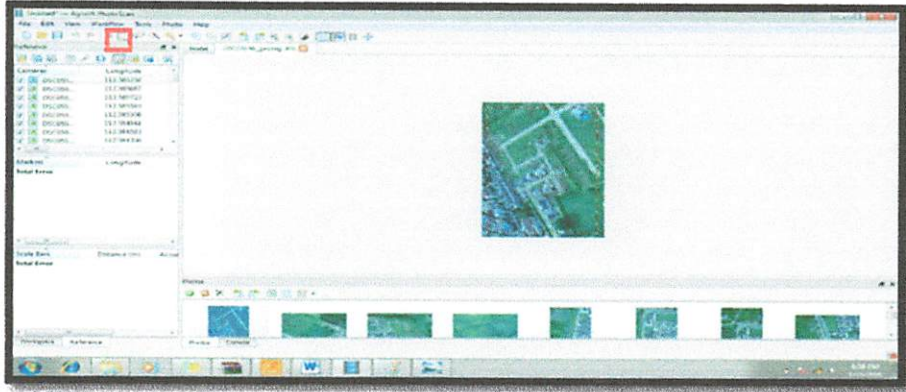


Gambar 3.11 Jendela untuk menyimpan data Log



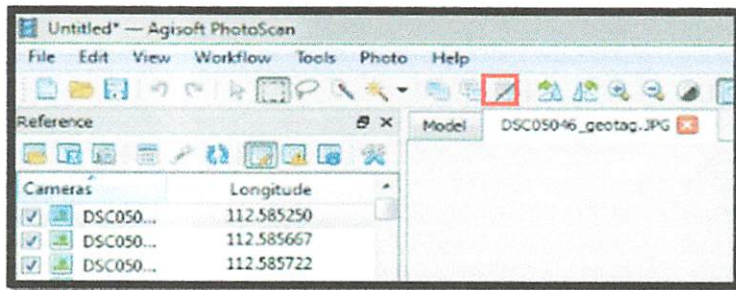
Gambar 3.12 Kembali ke Jendela Agisofit Preferences

6. Selanjutnya melakukan proses *Masking Foto* dengan cara pilih ikon *Rectangle Selection* kemudian pilih area yang akan diproses. *Masking foto* dilakukan karena terdapat obyek penghalang yang terletak pada bagian tepi foto.



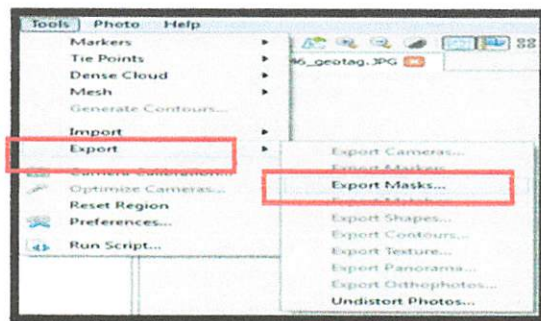
Gambar 3.13 Memilih ikon *Rectangle Selection* untuk *Masking Foto*

7. Pilih ikon *Invert Selection* pada *toolbar edit* untuk mengganti *area Masking* menjadi *area tepi foto*.



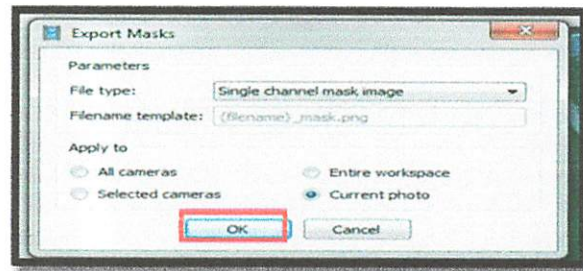
Gambar 3.14 Icon *Invert Selection* pada *toolbar Edit*

8. Setelah itu akan terbentuk *Masking Foto* dengan ditandai *Garis Merah* diluar tepi foto, dan pilih *icon Add Selection*.
9. Setelah itu lakukan *Export Masking* dengan cara pilih *Tools* → *Export* → *Export Mask*



Gambar 3.15 *Export Masks*

10. Setelah itu muncul kotak dialog *Export Mask*, pada kolom *Export mask for* isikan *Current photo*, kolom *File type* isikan *Single channel disk image*, pilih OK. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Save As* dan isikan nama *mask* lalu klik *Save*. Jangan lupa *extensi* format penyimpanan *file*, dalam hal ini dipilih *\*jpg*.

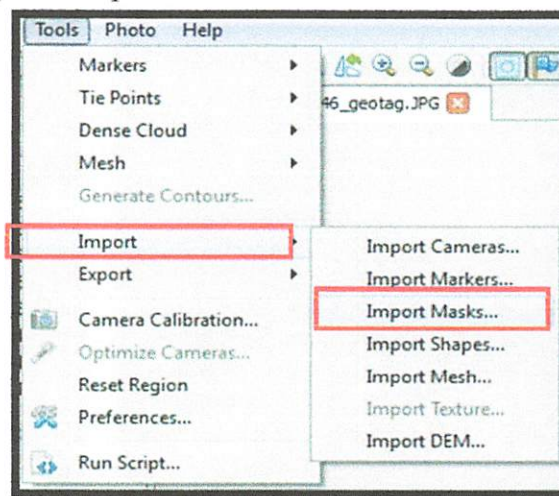


Gambar 3.16 Kotak dialog *Export Masks*



Gambar 3.17 Jendela *Save As*

11. Setelah itu lakukan proses *Import Mask* dengan cara pilih *Tools* → *Import* → *Import Masks...*

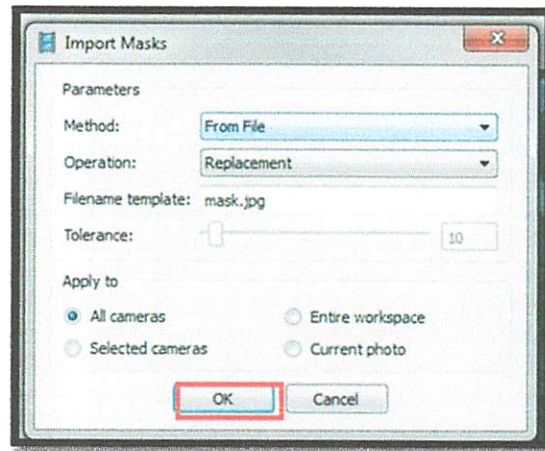


Gambar 3.18 Menu *Import Mask*

12. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Import Mask*, pada kolom *Method* isikan *From File*, kolom *Operation* pilih *Replacement*, kemudian pada *file names*

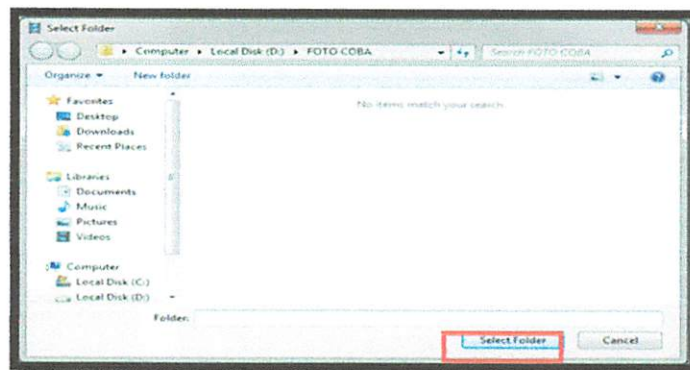


isikan *nama file* hasil *Export Mask* yang sebelumnya. *Apply to All Cameras*, lalu klik OK.



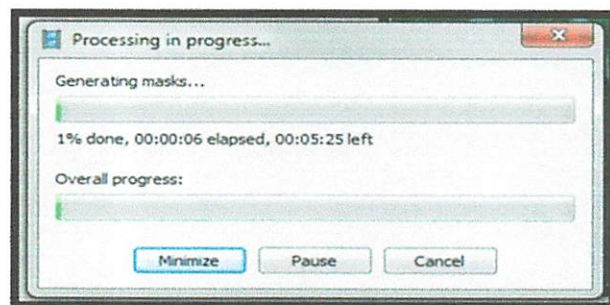
Gambar 3.19 Kotak dialog *Import Mask*

13. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Select Folder*, pilih folder sesuai *project* awal yang dibuat sebelumnya, lalu klik *Select Folder*, seperti gambar dibawah ini → Ok.



Gambar 3.20 Kotak dialog *Select Folder*

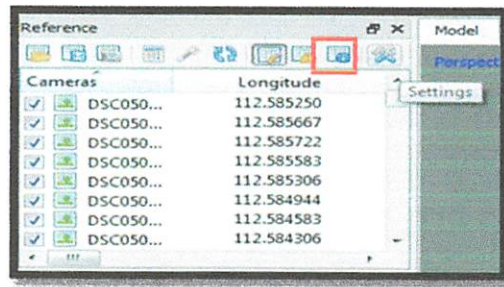
14. Setelah itu akan muncul kotak dialog proses *Import Mask* dan tunggu sampai selesai.



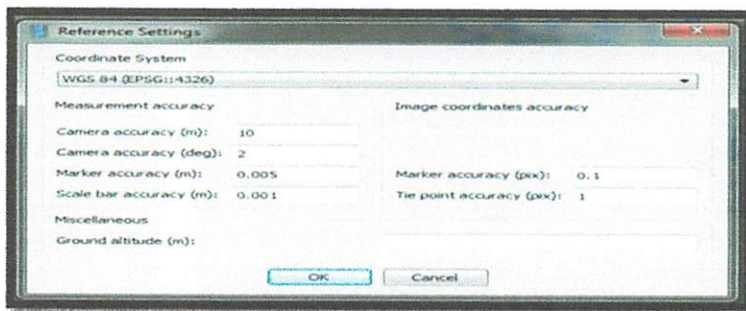
Gambar 3.21 Proses *Import Mask*



15. Setelah proses *masking* selesai, pilih *icon settings*. Maka akan muncul jendela seperti dibawah ini. Kemudian isi seperti gambar dibawah, klik ok.

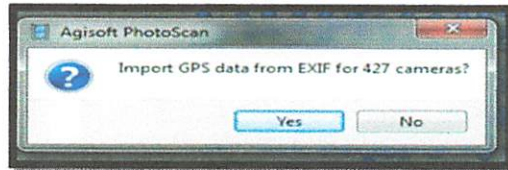


Gambar 3.22 Icon Settings



Gambar 3.23 Jendela Preferences Settings

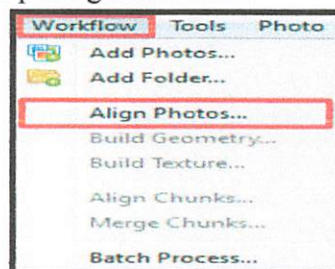
16. Maka akan muncul kotak dialog seperti ini, pilih yes.



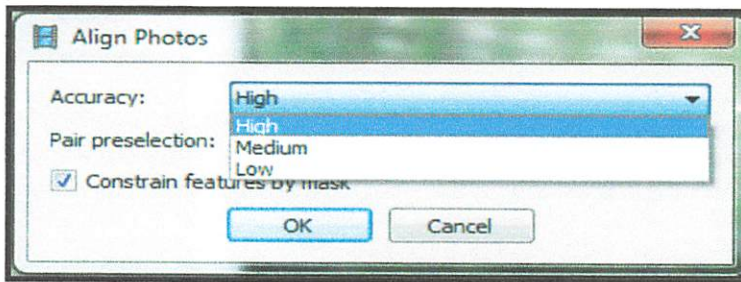
Gambar 3.24 Jendela Import GPS data

### III.3.5.2 Align Photo

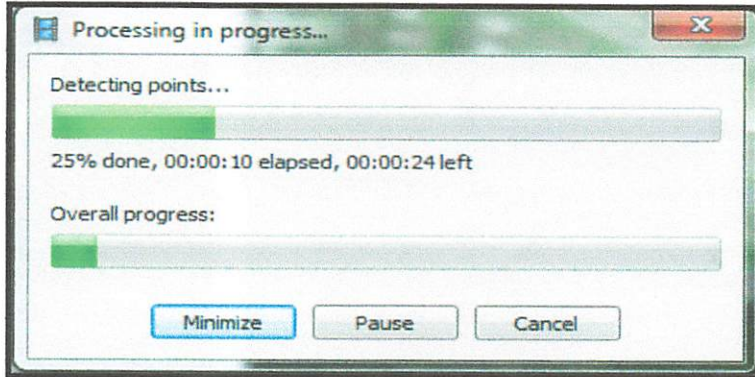
1. *Align Photo* merupakan proses *mosaic* foto untuk menampilkan *point cloud* dari citra yang kita proses. Pada jendela *align photo*, dikolom *accuracy* terdapat tiga pilihan, yaitu *high*, *medium*, dan *low*. Ketiga jenis *accuracy* tersebut akan berpengaruh pada *point cloud* yang akan ditampilkan. Berikut proses *align* secara garis besar terdapat pada gambar 3.26.



Gambar 3.25 align photo



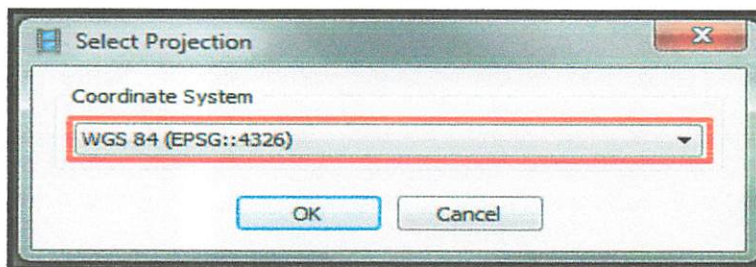
Gambar 3.26 Jendela align photo



Gambar 3.27 proses align photo

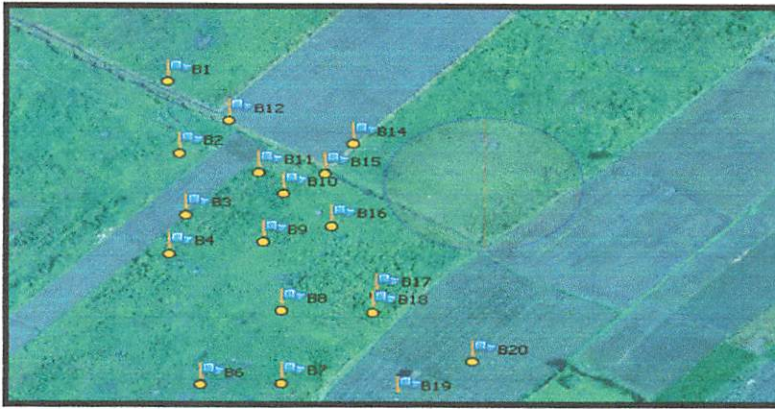
### III.3.5.3 Transformasi kordinat dan proses *marking* titik *gcp*

1. Transformasi koordinat bertujuan untuk merubah koordinat data yang sebelumnya berkoordinat lokal agar memiliki koordinat secara global (*WGS84*). Proses transformasi koordinat pada photoscan dapat dilakukan dengan memilih menu *convert*, maka akan keluar banyak sekali pilihan koordinat dan lalu pilih sesuai koordinat yang kita inginkan. Berikut proses tranformasi kordinat secara terdapat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28 Select projection

2. Proses *marking* titik *ground control point* dari lapangan ke foto dari citra yang kita olah.

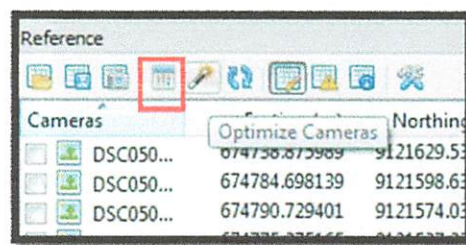


Gambar 3.29 Point cloud dengan titik kontrol (GCP)

### III.3.5.4 Proses *Optimize Kamera*

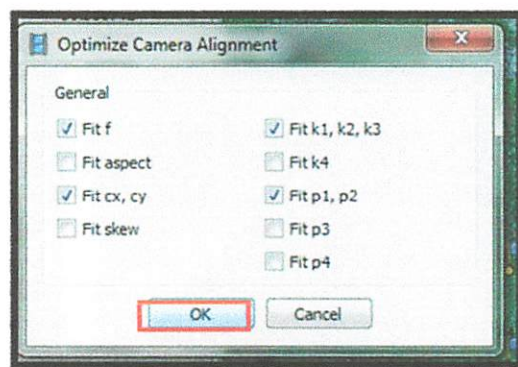
Proses optimasi perlu dilakukan demi memperoleh akurasi yang tinggi parameter luar dan dalam kamera dan untuk memperbaiki distorsi yang mungkin terjadi.

1. Proses selanjutnya adalah pilih *icon Optimize Cameras*.



Gambar 3.30 Hasil pemberian koordinat

2. Lalu akan muncul kotak dialog *Optimize Photo Alignment*, pastikan kolom *Fit f*, *Fit cx*, *cy*, *Fit k1,k2,k3* dan *Fit p1,p2* telah tercentang semua dan klik OK. Maka akan muncul kotak dialog *Processing* dan tunggu sampai selesai, setelah itu akan muncul hasilnya.



Gambar 3.31 Kotak dialog *Optimize Photo Alignment*



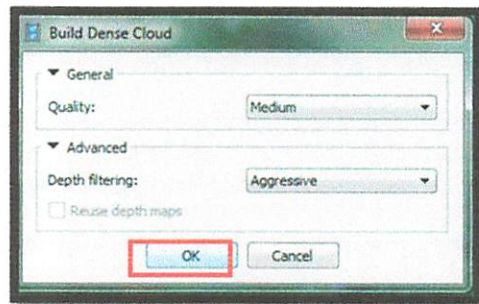
### III.3.5.5 Build Dense Cloud

1. Langkah selanjutnya yakni proses *Build Dense Cloud* pada menu *Workflow*, seperti gambar dibawah ini.



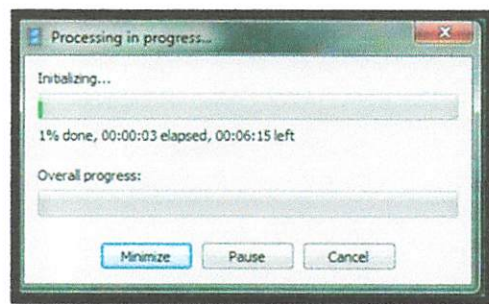
Gambar 3.32 Menu Build Dense Cloud pada Workflow

2. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Build Dense Cloud*, pada kolom *Quality* isikan *Medium*, kolom *Depth Filtering* pilih *Aggressive* → OK.

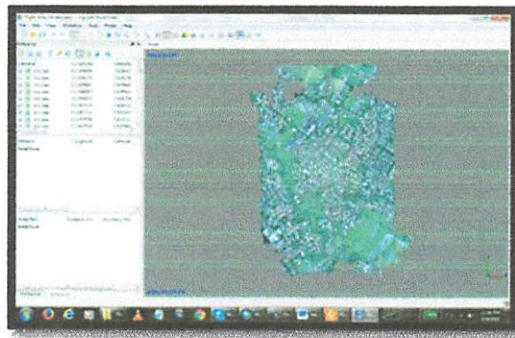


Gambar 3.33Kotak dialog Build Dense Cloud

3. Maka akan muncul kotak dialog *Processing* dan tunggu sampai selesai. Lama waktu tergantung kondisi data dan jumlah data.



Gambar 3.34 Proses BuildDense Cloud



Gambar 3.35 Hasil Build Dense Cloud

### III.3.5.6 Build Mesh

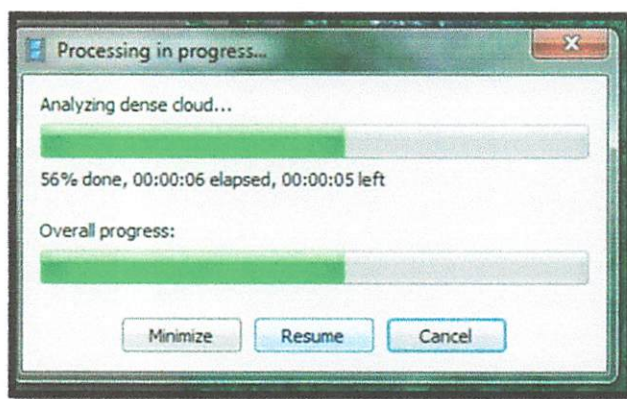
*Build Mesh* merupakan proses setelah *Build Dense Cloud* dan Transformasi Koordinat. Proses *Build Mesh* adalah sebagai berikut:

1. Klik menu *Workflow* pada *toolbar* dan pilih menu *Build Mesh*.



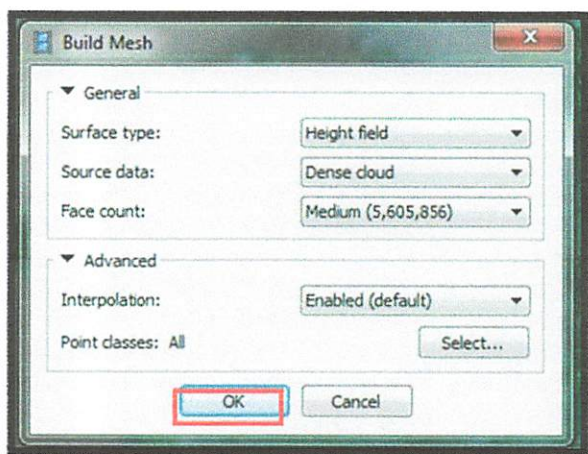
Gambar 3.36 Menu Build Mesh pada Workflow

2. Setelah itu akan muncul kotak dialog *processing*. Tunggu hingga proses itu selesai.



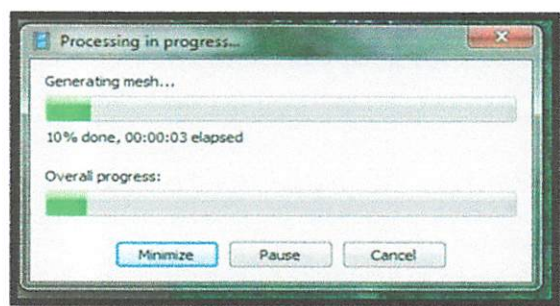
Gambar 3.37 Proses awal Build Mesh

- Setelah itu akan muncul kotak dialog *Build Mesh*, pada kolom *Surface Type* isikan *Height Field*, kolom *Source Data* isikan *Dense Cloud*, kolom *Face count* pilih *Medium*, kolom *Interpolation* pilih *enabled* lalu klik OK.



Gambar 3.38 Kotak dialog *Build Mesh*

- Setelah itu muncul kotak dialog *Processing* dan tunggu sampai selesai, lalu akan muncul hasil dari *Build Mesh*.

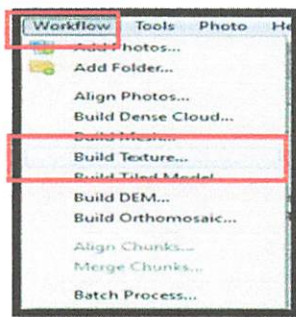


Gambar 3.39 Proses dari *Build Mesh*

### III.3.5.7 *Build Texture*

*Build Texture* merupakan proses setelah *Build Mesh* dan Transformasi Koordinat. Proses *Build Texture* adalah sebagai berikut:

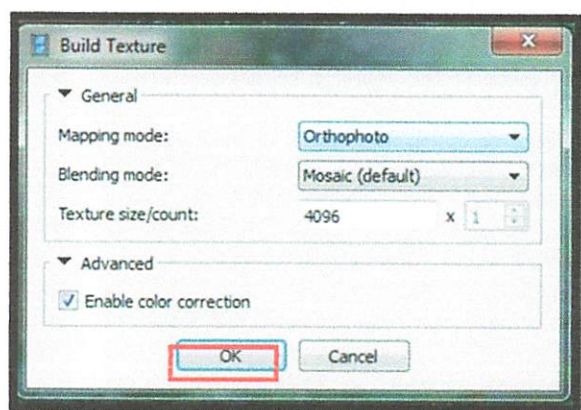
- Klik menu *Workflow* pada *toolbar* dan pilih menu *Build Texture*.



Gambar 3.40 Menu *Build Texture* pada *Workflow*

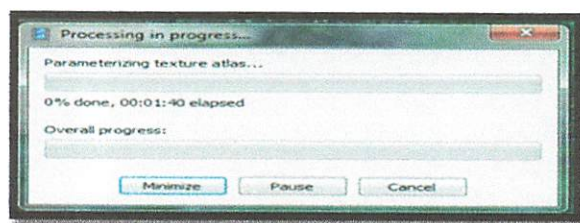


- Setelah itu akan muncul kotak dialog *Build Texture*, pada kolom *Mapping Mode* isikan *Orthophoto*, kolom *Blending mode* isikan *Mosaic*, pada kolom *Texture size/count* pilih 4096, klik centang pada *Enable color correction*.



Gambar 3.41 Kotak dialog *Build Texture*

- Setelah itu muncul kotak dialog *Processing* dan tunggu sampai selesai, lalu akan muncul hasil dari *Build Texture*.



Gambar 3.42 Proses *Build Texture*

### III.3.5.8 *Build DEM*

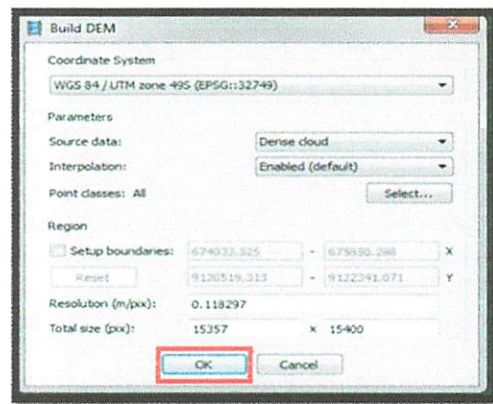
*Build DEM* merupakan proses setelah *Build Texture*. Proses *Build DEM* adalah sebagai berikut:

- Klik menu *Workflow* pada *toolbar* dan pilih menu *Build DEM*.



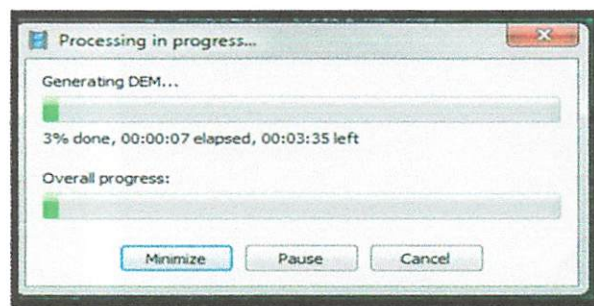
Gambar 3.43 Menu *Build DEM* pada *Workflow*

2. Setelah itu akan muncul kotak dialog *Build DEM*, pada kolom *Coordinate System* pilih *WGS 84*, kolom *Source Data* pilih *Dense Cloud*, kolom *Interpolation* pilih *Enabled*, kolom *Total size* *15357x15400*. Kemudian klik *OK*.



Gambar 3.44 Kotak dialog *Build DEM*

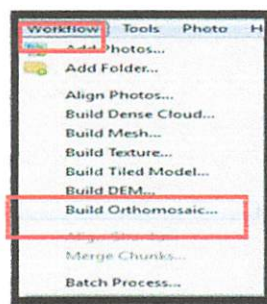
3. Setelah itu muncul kotak dialog *Processing* dan tunggu sampai selesai, lalu akan muncul hasil dari *Build DEM*.



Gambar 3.45 Proses *Build DEM*

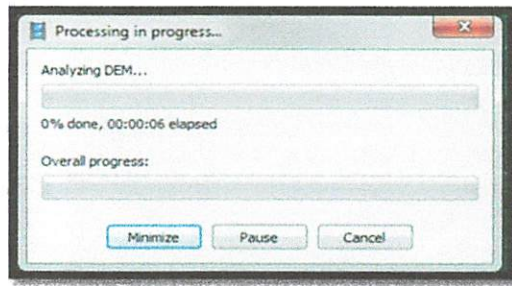
### III.3.5.9 Proses *Orthophoto*

1. *Build orthophoto* merupakan proses setelah *Build Texture* dan *build dem*. Proses *Build orthophoto* merupakan salah satu hasil akhir dari proses pengolahan citra pada penelitian ini. *Orthophoto* adalah foto hasil blending dari proses pengolahan citra, dari *orthophoto* kita dapat melihat model 3D dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

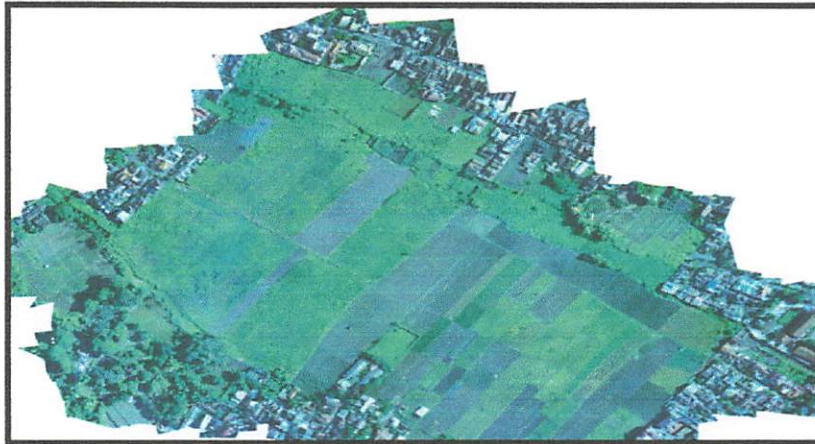


Gambar 3.46 Menu *Build Orthomosaic* pada *Workflow*





Gambar 3.47 Proses Build Orthomosaic

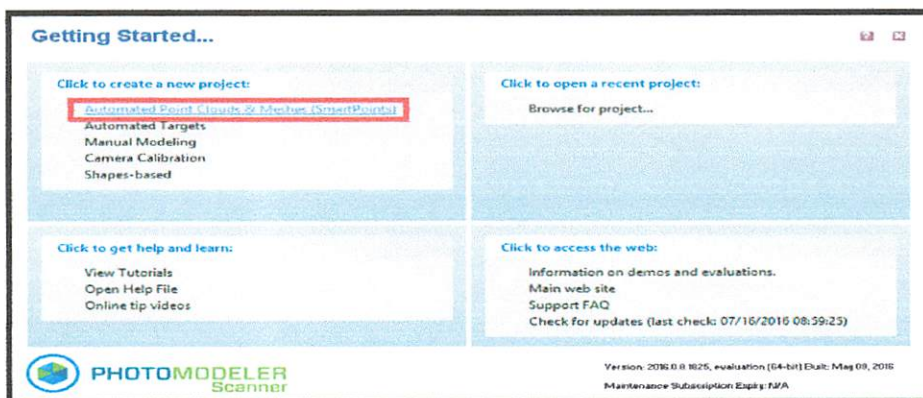


Gambar 3.48 Hasil Build Orthomosaic

### III.3.6 Pengolahan Data *Orthophoto* pada *Photomodeler scanner*

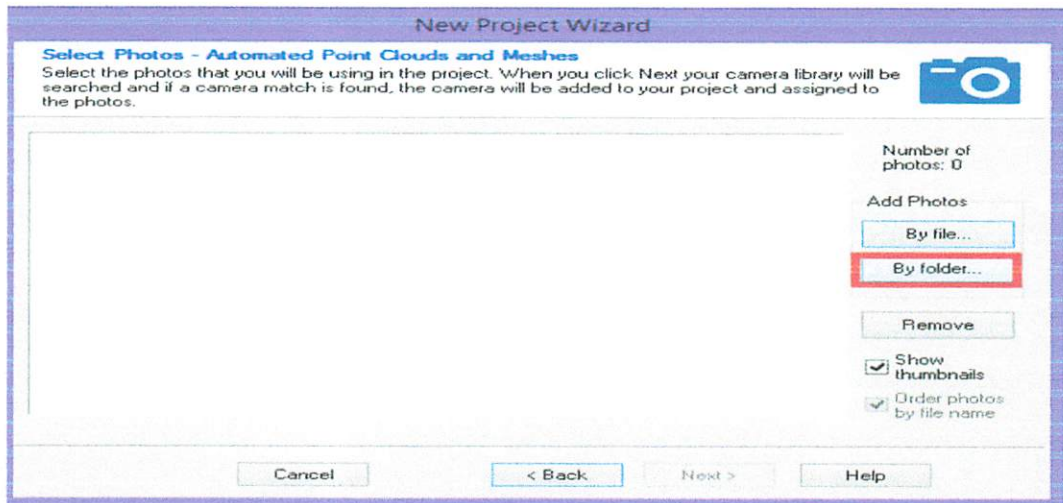
#### III.3.6.1 Proses *Smartpoint*

4. Proses smartpoint pada *software photomodeler* adalah proses menghubungkan titik-titik foto yang sama atau juga biasa disebut menggunakan teknik *image matching* lalu proses *smartpoint* akan langsung menghasilkan visualisasi *point cloud*.
5. Pilih *automated point clouds* lalu pilih foto yang akan di proses secara otomatis.



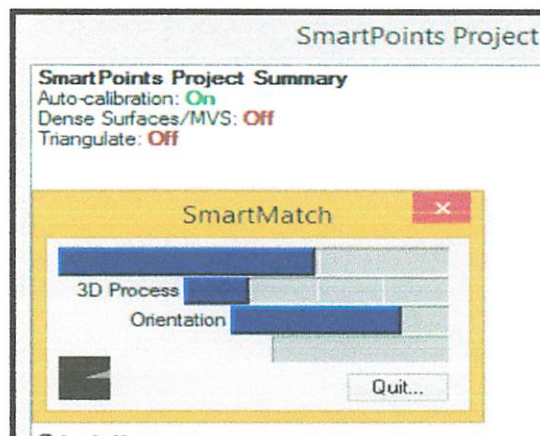
Gambar 3.49 pilihan menu yang di gunakan pada *photomodeler scanner*

6. Pilih folder penyimpanan foto yang akan diolah . Lalu pilih *next*



Gambar 3.50 proses add photo

### 7. proses *smartpoint* untuk menampilkan *point cloud*



Gambar 3.51 proses smartpoint



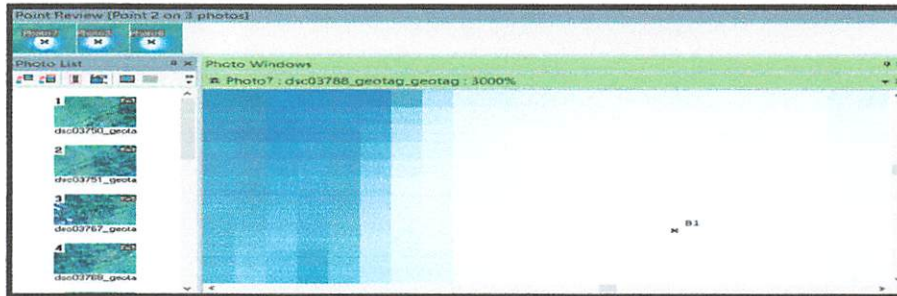
Gambar 3.52 hasil persebaran point clouds

### III.3.6.2 Proses *marking* titik *ground Control point* di *photomodeler*

1. proses *marking* atau penamaan titik *ground* di pengolahan *photomodeler* merupakan proses mencocokkan titik hasil pengukuran di tanah dengan titik



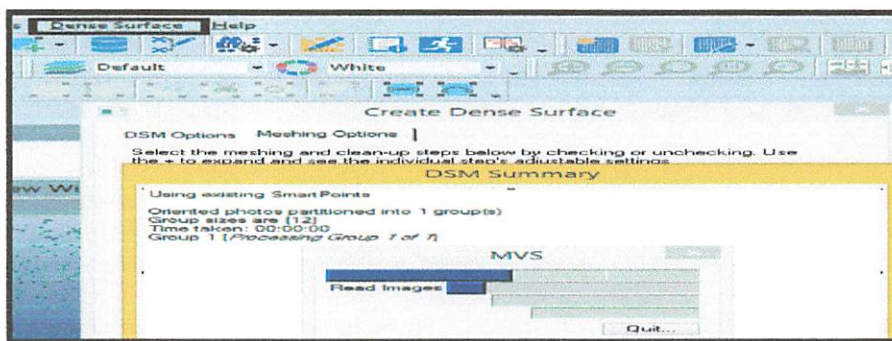
koordinat di foto. Dapat dilihat di gambar 3.53 adalah proses marking titik. Setelah semua titik di beri identifikasi lalu selanjutnya masuk ke proses *import* data kordinat di lapangan ke kordinat foto. maka titik yang di marking akan terisi.



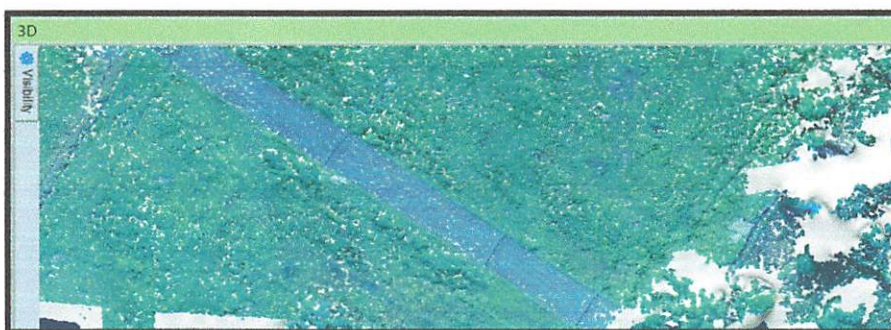
Gambar 3.53 proses marking titik gcp

### III.3.6.3 Proses membangun *dense surface*

3. *Dense surface* ialah proses pembuatan *Digital surface model* pada *photomodeler scanner* yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi sesuai kenampakannya dengan menggunakan sebaran titik *point clouds* dalam *photomodeler scanner*. pilih menu *dense surface* lalu pilih *create dense surface*.



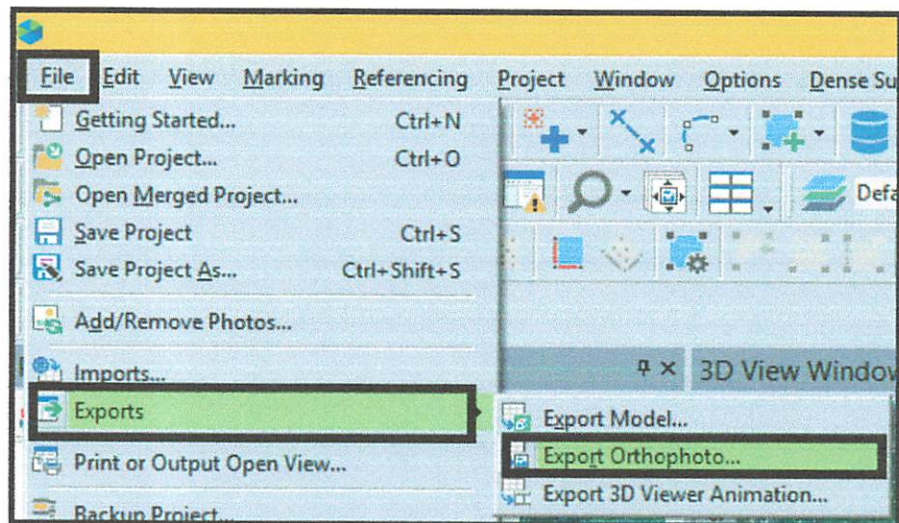
Gambar 3.54 proses pembuatan digital surface model



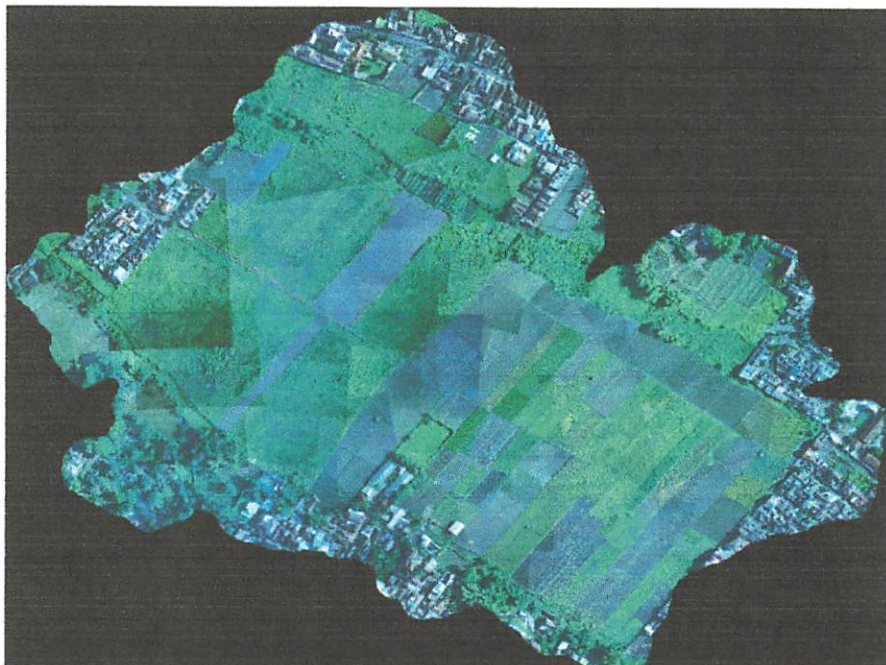
Gambar 3.55 hasil digital surface model

### III.3.6.4 Proses *export orthophoto*

1. *Orthophoto* merupakan salah satu hasil akhir dari proses pengolahan citra pada penelitian ini. *Orthophoto* adalah foto hasil blending dari proses pengolahan citra, dari *orthophoto* kita dapat melihat model 3D dengan menggunakan software tertentu. Selain dengan format *GeoTIFF*, *photomodeler* juga mampu mengekspor *orthophoto* dalam format *JPEG* dan format *PNG*. Proses *export orthophoto* dapat dilihat di gambar 3.56.



*gambar 3.56 merupakan tahap export orthophoto*



*Gambar3.57 merupakan hasil export orthophoto pada software photomodeller*

### **III.3.7 Analisa**

Tahap ini merupakan analisa hasil pemrosesan data foto udara yang di lakukan menggunakan perangkat lunak *agisoft photoscan profesional* dan *photomodeler scanner*. Analisa yang dilakukan meliputi analisa ketelitian geometri yang di hasilkan dari setiap perangkat lunak. Dengan menggunakan perbandingan jumlah konfigurasi 9 GCP dan 9 CPs dan 9 GCP 27 CPs yang sama di setiap perangkat lunak yang digunakan.

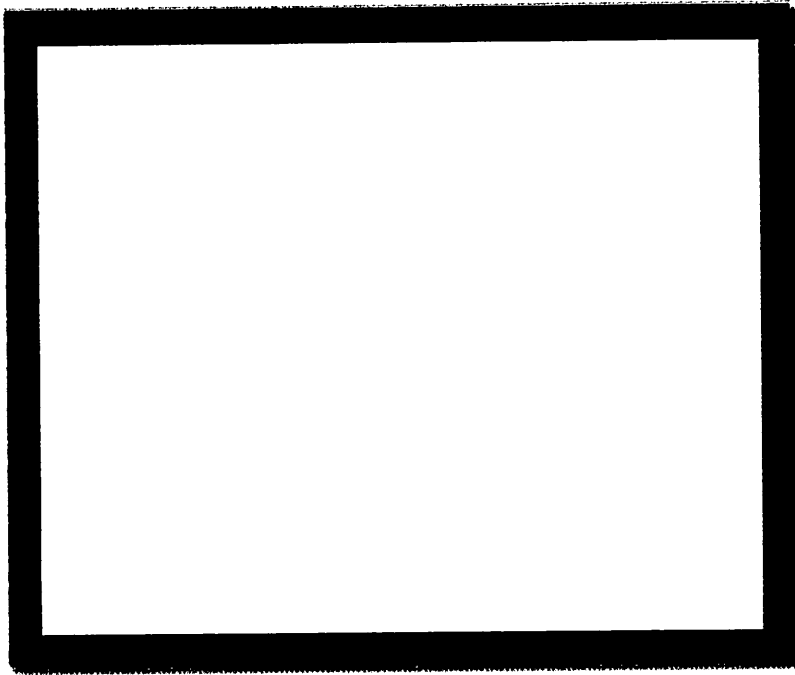
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal yang telah dilakukan dari serangkaian proses pengolahan data menghasilkan data-data yang digunakan dalam pembahasan dan analisis dalam penelitian ini, Pada bab ini akan ditampilkan hasil beserta pembahasan dari pengolahan citra foto hasil pemotretan udara dengan menggunakan *software Agisoft PhotoScan Professional dan Photomodeler scanner*. Adapun pengolahan citranya meliputi *masking photo, align photo, , transformasi koordinat, export orthophoto, dan report* dari pengolahan foto tersebut.

#### IV.1 Hasil Proses Pengolahan *orthophoto* menggunakan *software Agisoft photoscan professional*.

##### IV.1.1 *Masking* foto



*Gambar 4.1 Hasil masking photo*

*Masking photo* digunakan untuk menyeleksi/mengeliminasi bagian foto yang tidak diikuti dalam proses pengolahan karena terdapat obyek penghalang atau karena terletak pada bagian tepi sehingga memberikan efek seperti blur foto sehingga dapat mempengaruhi kualitas foto yang di tampilkan.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal yang telah dilakukan dari serangkaian proses pengolahan data menghasilkan data-data yang digunakan dalam pembahasan dan analisis dalam penelitian ini. Pada bab ini akan ditampilkan hasil beserta pembahasan dari pengolahan citra foto hasil pemotretan udara dengan menggunakan software Agisoft Photoscan Professional dan Photomodeler scanner. Adapun pengolahan citra yang meliputi masking photo, transformasi koordinat, export orthophoto, dan report dari pengolahan foto tersebut.

### IV.1 Hasil Proses Pengolahan orthophoto menggunakan software Agisoft photoscan professional.

#### IV.1.1 Masking foto

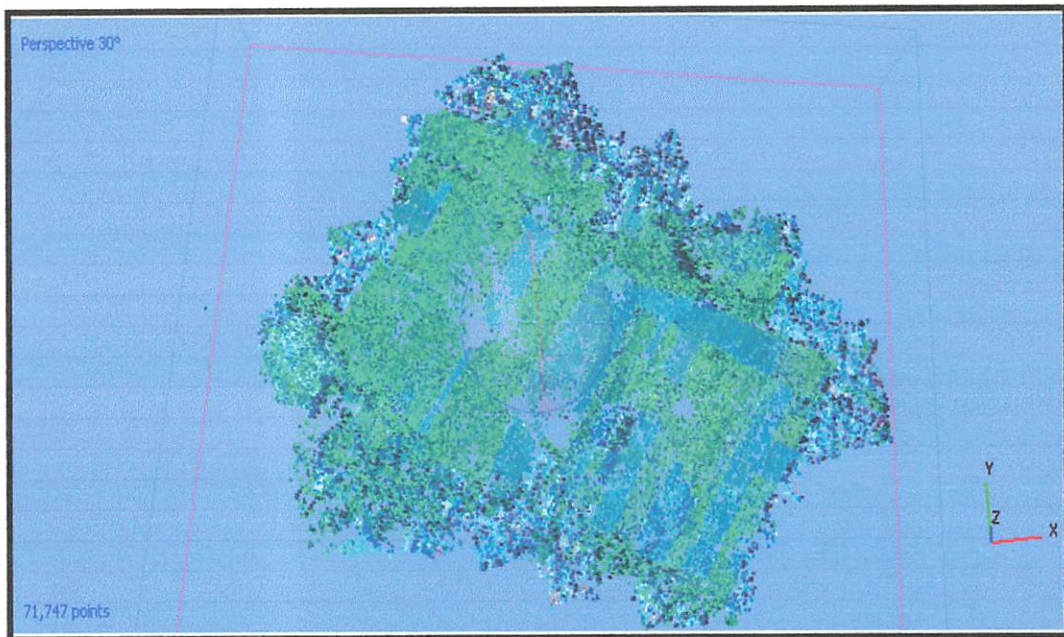


Gambar 4.1 Hasil masking foto

Masking photo digunakan untuk menyelesaikan/mengeliminasi bagian foto yang tidak dibutuhkan dalam proses pengolahan karena terdapat objek penghalang atau karena terletak pada bagian tepi sehingga memberikan efek seperti foto sehingga dapat mempengaruhi kualitas foto yang ditampilkan.

### IV.1.2 *Align photo*

*Align Photo* merupakan proses *mosaic* foto untuk menampilkan *point cloud* dari foto yang diproses. Hasil Proses *Align Photo* Tahap *alignment* merupakan tahap dimana dilakukan pendefinisian atau identifikasi *tiepoint* secara otomatis melalui nilai kesamaan piksel pada *image*. Proses *alignment* menghasilkan gambar yang membentuk *points cloud* pada foto-foto yang memiliki hubungan pada *overlap* dan *sidelap*. Dapat dilihat di gambar 4.2 hasil dari visualisasi penggabungan data foto hasil foto udara dalam bentuk titik yang hasil *point clouds*.



Gambar 4.2 hasil *align photo*

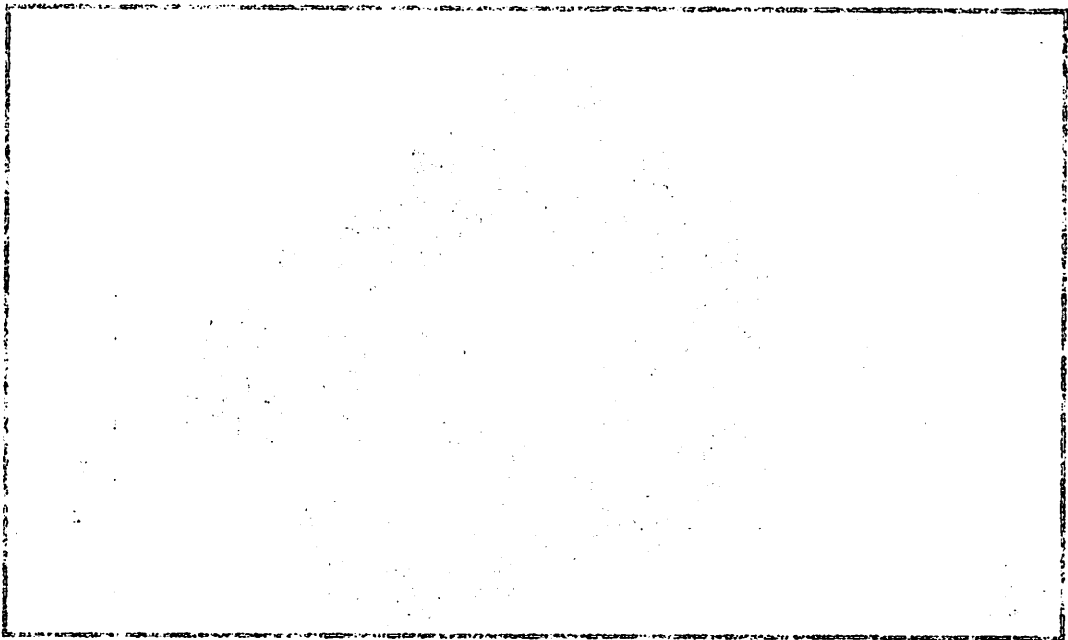
### IV.1.3 Transformasi Koordinat

Transformasi koordinat bertujuan untuk merubah koordinat data yang sebelumnya berkoordinat lokal agar memiliki koordinat secara global (*WGS84*). Proses transformasi koordinat pada *photoscan* dapat dilakukan dengan memilih menu *convert*, maka akan keluar banyak sekali pilih koordinat dan tinggal kita pilih sesuai koordinat yang kita inginkan. Titik control yang telah di marking tampak berada pada posisinya ,sesuai dengan posisi retro dilapangan yang terlihat visualisasinya dalam bentuk 3D. Pada gambar 4.3 merupakan hasil dari persebaran titik ground control point pada foto yang di olah dan telah melalui transformasi dari sistem koordinat foto ke sistem koordinat UTM.



### IV.1.2. Align photo

Align Photo merupakan proses dimana foto untuk menampilkan point cloud dari foto yang diproses. Hasil proses Align Photo adalah view merupakan tahap dimana dilakukan penentuan area identifikasi sebagai secara otomatis melalui nilai kesamaan piksel pada image. Proses alignment menampilkan gambar yang memunculkan point cloud pada foto-foto yang memiliki hubungan pada viewnya dan side-by-side. Dapat dilihat di gambar 4.3 hasil dari visualisasi penggabungan data foto hasil foto udara dalam bentuk titik yang hasil point cloud.



Gambar 4.3. Hasil align photo

### IV.1.3. Transformasi Koordinat

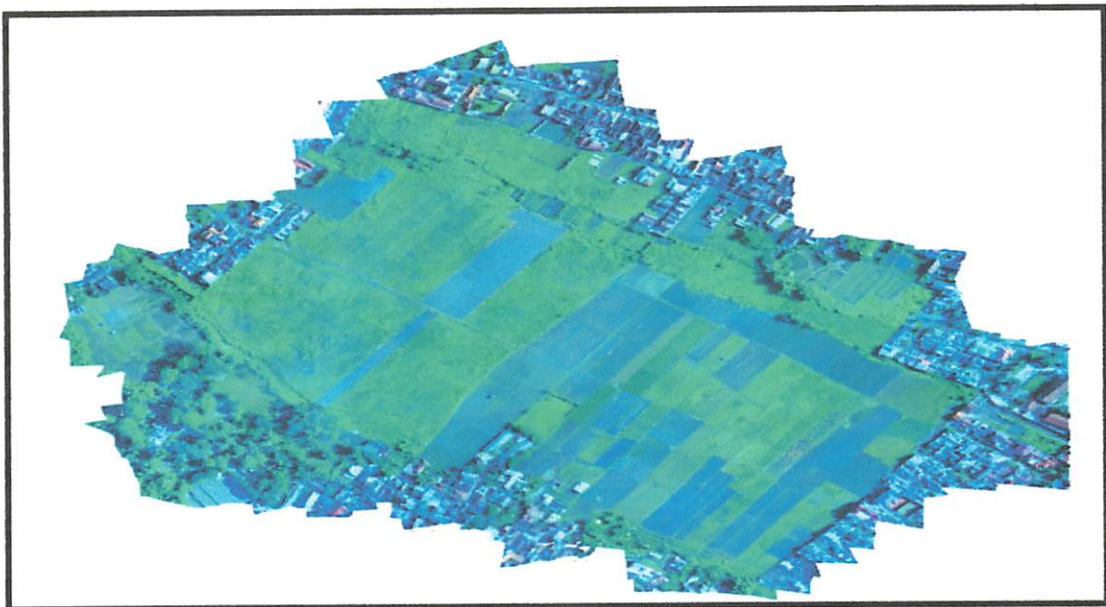
Transformasi koordinat bertujuan untuk merubah koordinat data yang sebelumnya berkoordinat lokal agar menjadi koordinat secara global (WGS84). Proses transformasi koordinat pada dasarnya dapat dilakukan dengan memilih menu comany. maka akan keluar banyak sekali pilihan koordinat dan tinggal kita pilih sesuai koordinat yang kita inginkan. Titik control yang telah di marking tampak berada pada posisi sesuai dengan posisi yang diharapkan yang terlihat visualisasinya dalam bentuk 3D. Pada gambar 4.3 merupakan hasil dari percobaan titik ground control point pada foto yang di olah dan telah melalui transformasi dari sistem koordinat foto ke sistem koordinat UTM.



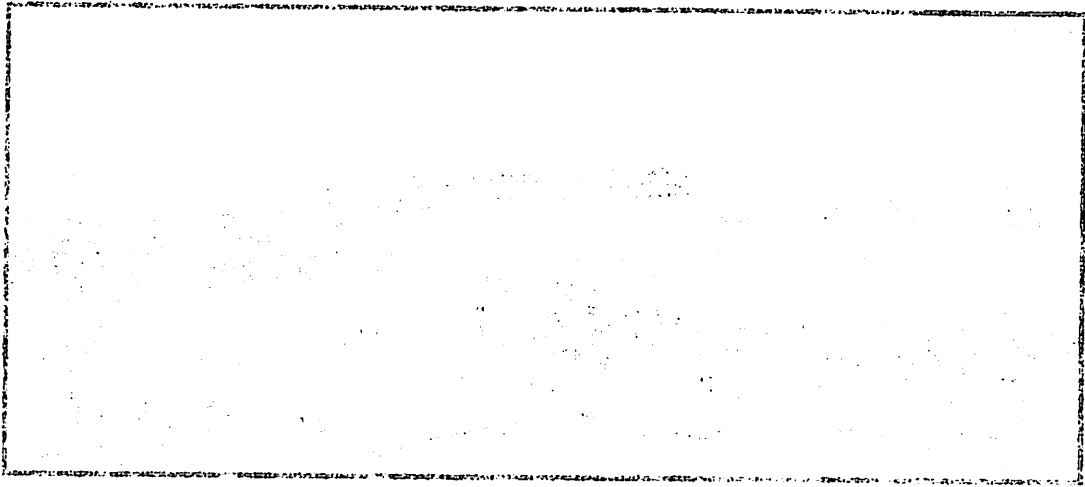
Gambar 4.3 hasil transformasi kordinat dalam point cloud

#### IV.1.4 Hasil *export orthophoto*

*Orthophoto* merupakan salah satu hasil akhir dari proses pengolahan citra pada penelitian ini. *Orthophoto* adalah foto hasil *blending* dari proses pengolahan citra, dari *orthophoto* kita dapat melihat model 3D dengan menggunakan alat tertentu. Selain dengan format *GeoTIFF*, *PhotoScan* juga mampu mengekspor *orthophoto* dalam format *JPEG* dan format *PNG*.



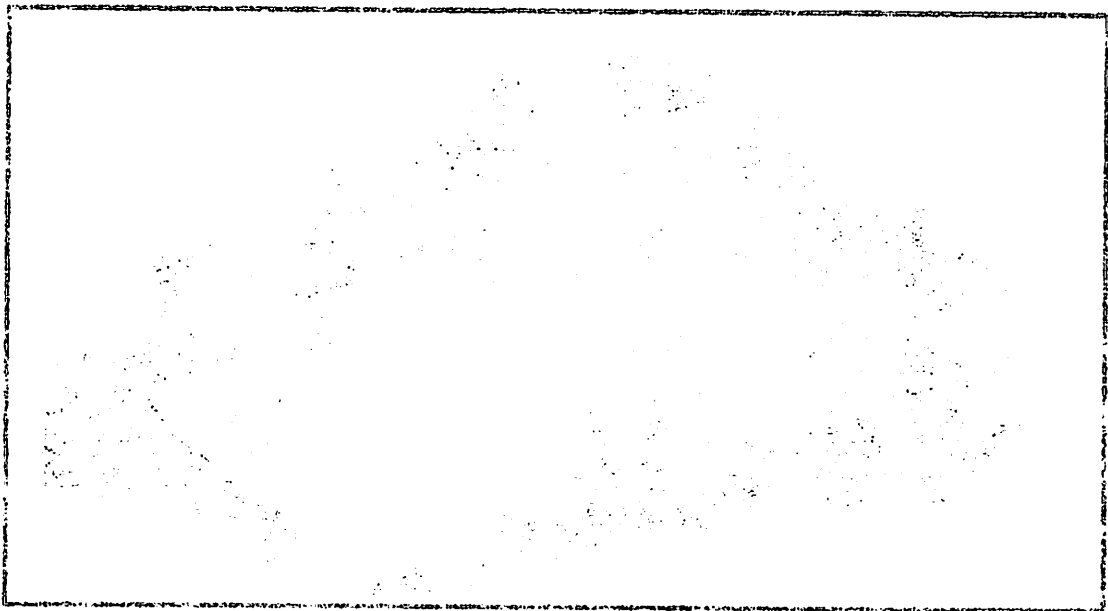
Gambar 4.4 hasil *orthophoto*



Gambar 4.1. Hasil rendering model 3D dengan format PLY

#### 4.1.4 Hasil export orthophoto

Orthophoto merupakan salah satu hasil akhir dari proses pengalihan citra pada penelitian ini. Orthophoto adalah foto hasil blending dari proses pengalihan citra dari orthophoto kita dapat melihat model 3D dengan menggunakan alat render. Selain dengan format GeoTIFF Photo? ini juga mampu mengekspor orthophoto dalam format JPEG dan format PNG.

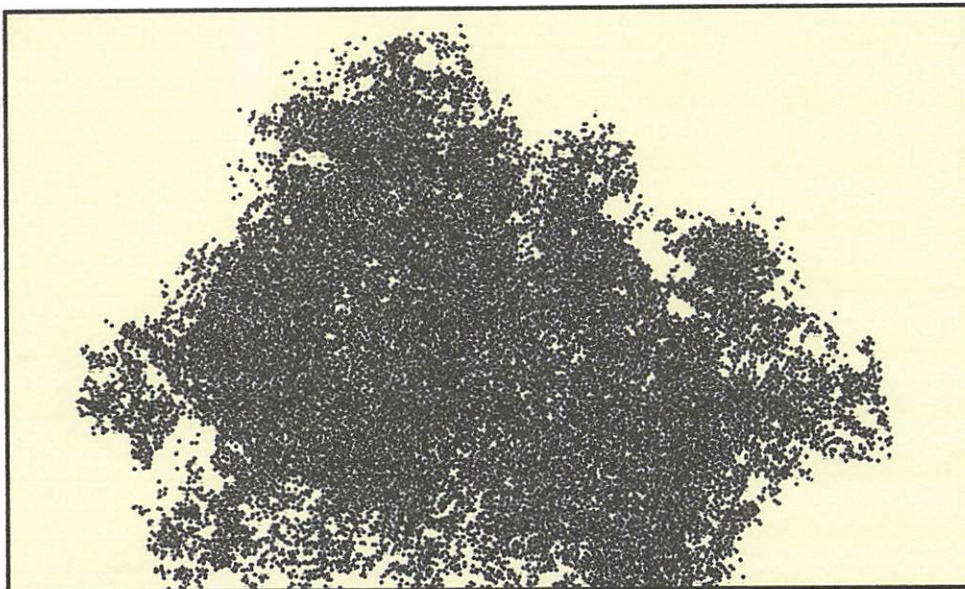


Gambar 4.2. Hasil rendering model 3D

## IV.2 Hasil Proses Pengolahan *orthophoto* menggunakan *software photomodeler scanner*

### IV.2.1 Hasil *Smartpoint*

*smartpoint* merupakan proses pengolahan foto untuk menampilkan *point cloud* dari penyamaan titik-titik sekutu yang terdapat pada foto citra yang proses. tahap dimana dilakukan pendefinisian atau identifikasi *tiepoint* secara otomatis melalui nilai kesamaan piksel pada foto. Hasil penyamaan titik-titik tersebut akan menghasilkan susunan *point cloud* pada tampilan citra dengan kerapatan tertentu antar titiknya serta mampu memvisualisasikan dalam bentuk 3 dimensi. dapat dilihat di gambar 4.5 merupakan hasil persebaran titik-titik *point cloud*.



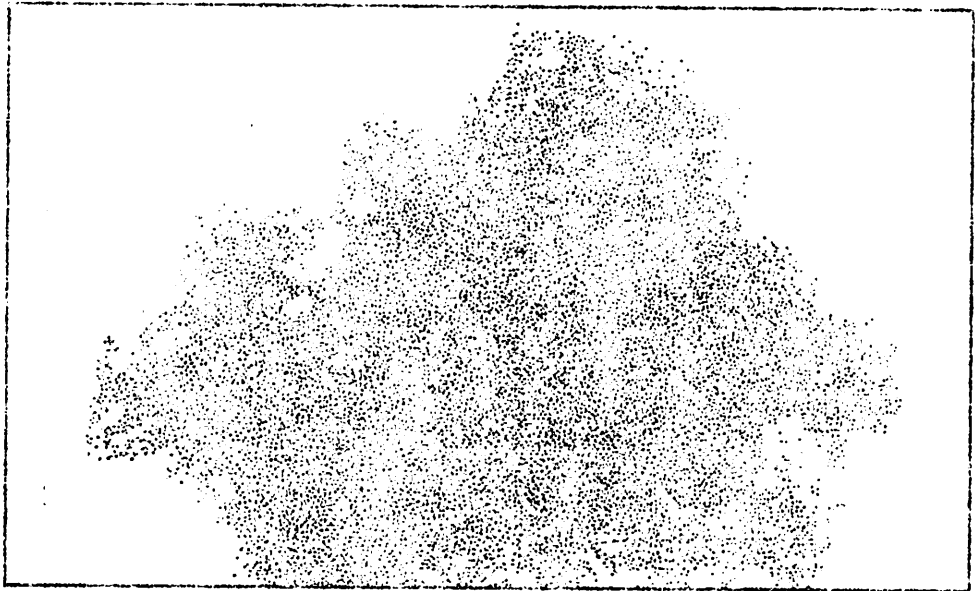
*gambar 4.5 merupakan hasil persebaran titik-titik point cloud*

### IV.2.2 Transformasi Koordinat

Transformasi koordinat bertujuan untuk merubah koordinat data yang sebelumnya berkoordinat lokal agar memiliki koordinat secara global (*WGS84*). Proses transformasi koordinat pada *photomodeler* dilakukan untuk merubah system koordinat foto menjadi sistem koordinat berdasarkan *ground control point*. Pada gambar 4.6 dapat dilihat persebaran titik *ground control point* yang telah berhasil di transformasikan.

17.2.1 Hasil Pengolahan

Langkah pertama merupakan proses pengolahan foto untuk menghasilkan point cloud dari penyusutan titik-titik sekam yang terdapat pada foto citra yang proses tahap pertama dilakukan perdefinisan atau identifikasi wilayah secara otomatis melalui nilai kesamaan piksel pada foto. Hasil penyusutan titik-titik tersebut akan menghasilkan susunan point cloud pada tampilan citra dengan kerapatan tertentu antar titik-titikya serta mampu memvisualisasikan dalam bentuk 3 dimensi dapat dilihat di gambar 4.2 merupakan hasil perserbanan titik-titik point cloud.

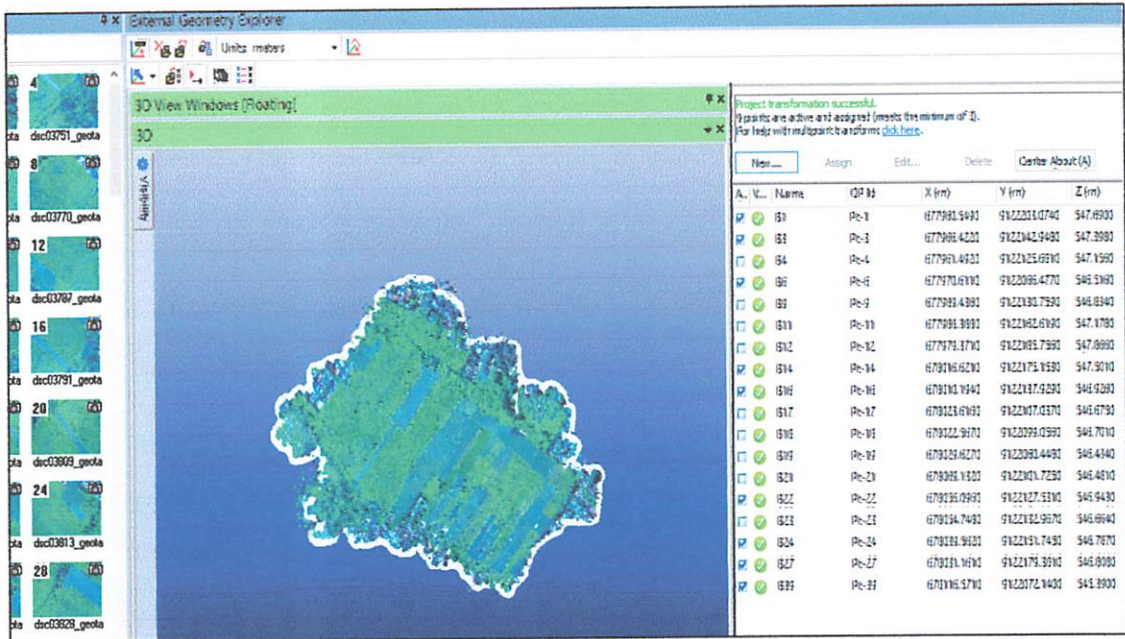


Gambar 4.2 visualisasi hasil perserbanan titik-titik point cloud

17.2.2 Transformasi Koordinat

Transformasi koordinat bertujuan untuk membuat koordinat data yang sebelumnya berkoordinat lokal agar memiliki koordinat secara global (WGS84). Proses transformasi koordinat pada photomodeler dilakukan untuk membuat system koordinat foto menjadi sistem koordinat berdasarkan ground control point. Pada gambar 4.6 dapat dilihat perserbanan titik ground control yang telah berhasil di transformasikan.

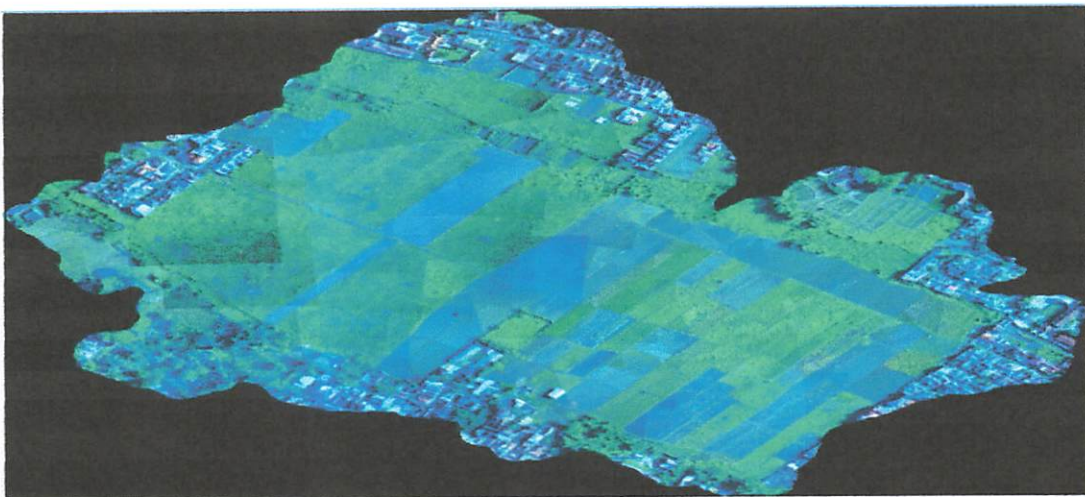




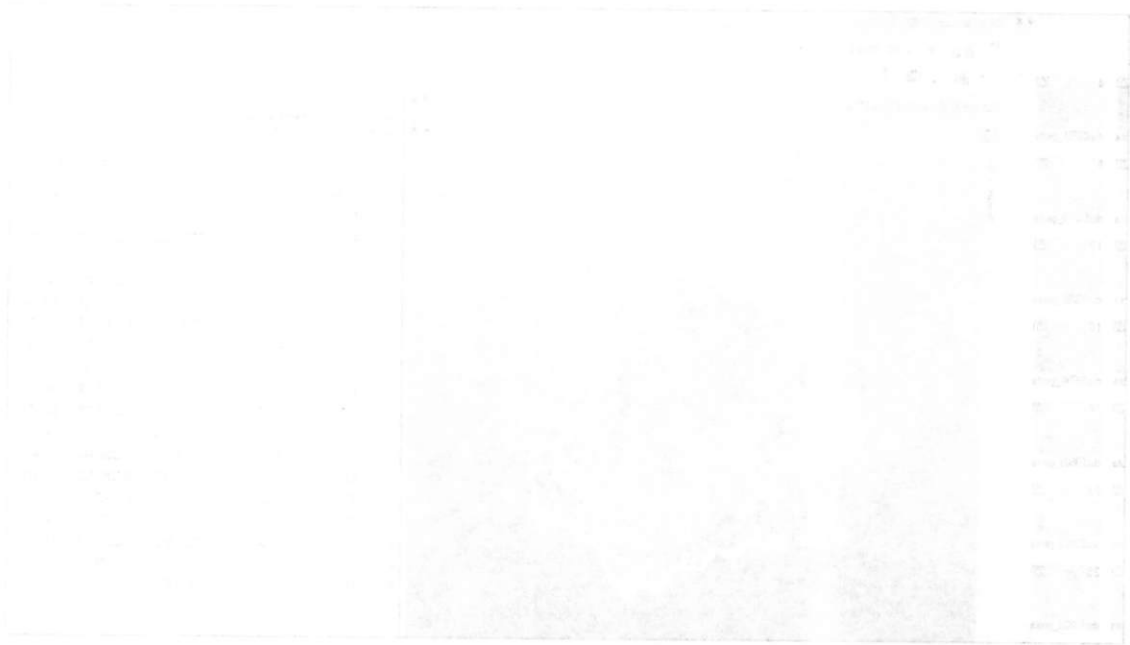
Gambar 4.6 hasil transformasi koordinat

### IV.2.3 Hasil Export Orthophoto

*Orthophoto* merupakan salah satu hasil akhir dari proses pengolahan citra pada penelitian ini. Dapat dilihat pada gambar 4.7 merupakan hasil pengolahan foto dengan menggunakan perangkat lunak *photodeler scanner*. Dari hasil visualisasi *orthophoto* pada gambar 4.7 dapat terlihat tampalan dari setiap foto yang di olah di karenakan *texture* yang kurang halus pada proses pengolahan foto.



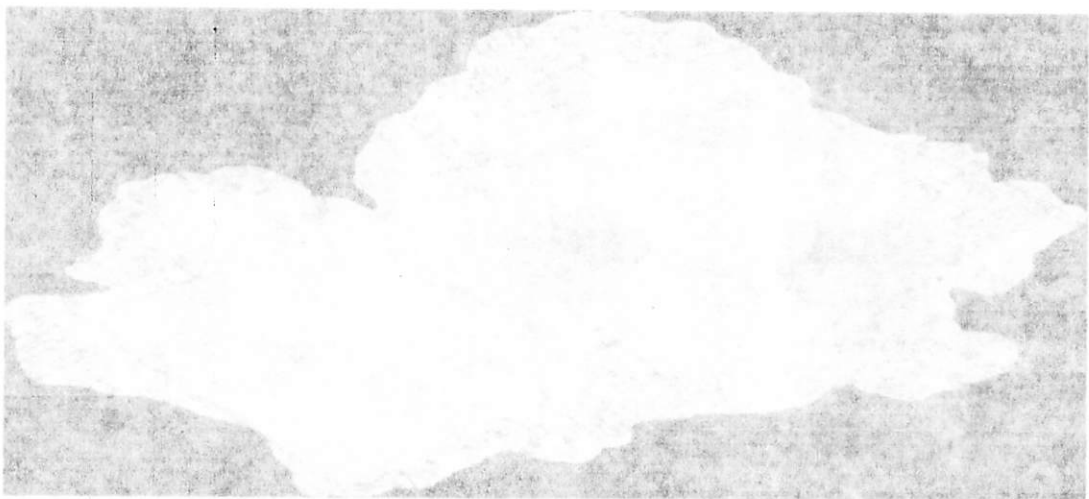
Gambar 4.7 hasil orthophoto



Gambar 4.6 Hasil proses ortofoto

### 17.2.3 Hasil Export Orthophoto

Orthophoto merupakan salah satu hasil akhir dari proses pengolahan citra pada penelitian ini. Dapat dilihat pada gambar 4.7 merupakan hasil pengolahan foto dengan menggunakan perangkat lunak *photoworke* *scwarz*. Dari hasil visualisasi orthophoto pada gambar 4.7 dapat terlihat tampilan dari setiap foto yang di olah di kamarkan *scwarz* yang kurang halus pada proses pengolahan foto.



Gambar 4.7 Hasil orthophoto



### IV.3 Report Hasil Pemrosesan *Orthophoto*

Dalam proses pengolahan *orthophoto* menggunakan perangkat lunak *agisoft photoscan professional* dan *photomodeler scanner* penulis melakukan uji coba untuk mengetahui ketelitian geometri *orthophoto*. dalam persebaran titik GCP, sebanyak 9 buah GCP yang di sebar di area kalibrasi. Jumlah foto yang digunakan masing-masing perangkat lunak sama yaitu 175 foto. Kombinasi jumlah titik CPs telah ditentukan dengan kombinasi 9 GCP serta 9 CPs dan 9 GCP serta 27 CPs. Kombinasi tersebut tentunya diolah di masing-masing perangkat lunak dengan jumlah GCP serta CPs yang sama agar mendapat hasil perbandingan ketelitian disetiap kombinasi GCP dan CPs di masing-masing perangkat lunak. Berikut Hasil dari pengolahannya.

#### IV.3.1 Perhitungan RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak *agisoft* 9 GCP Variasi 9 CPs

Tabel 4.1 hasil perhitungan RMSe Horizontal dari *agisoft* dengan kombinasi 9 GCP serta 9 CPs

point	x pengukuran	y pengukuran	X hasil agisoft	Y hasil agisoft	Residual x	Residual y	Residual x <sup>2</sup>	Residualy <sup>2</sup>	Dx <sup>2</sup> +Dy <sup>2</sup>
B1	677960.549	9122203.074	677960.6172	9122203.05	0.068244	-0.023034999	0.004657244	0.000530611	0.005188
B3	677966.422	9122142.948	677966.4099	9122142.98	-0.012067	0.036458999	0.000145612	0.001329259	0.001475
B6	677970.611	9122066.477	677970.62	9122066.45	0.008965	-0.027063999	8.03712E-05	0.00073246	0.000813
B14	678016.621	9122175.153	678016.5891	9122175.18	-0.03193	0.03015	0.001019525	0.000909023	0.001929
B16	678010.194	9122137.929	678010.1842	9122137.96	-0.009796	0.02746	9.59616E-05	0.000754052	0.00085
B22	678056.096	9122127.531	678056.0829	9122127.52	-0.013081	-0.011507999	0.000171113	0.000132434	0.000304
B24	678039.562	9122151.745	678039.566	9122151.7	0.00399	-0.043029999	1.59201E-05	0.001851581	0.001868
B27	678031.161	9122179.381	678031.1208	9122179.39	-0.040205	0.011435	0.001616442	0.000130759	0.001747
B39	678116.571	9122072.14	678116.5986	9122072.14	0.027596	-0.000463001	0.000761539	2.1437E-07	0.000762
B12	677979.371	9122185.756	677979.4204	9122185.7	0.049416	-0.055662999	0.002441941	0.003098369	0.00554
B4	677961.492	9122125.681	677961.4556	9122125.66	-0.036378	-0.019757999	0.001323359	0.000390379	0.001714
B9	677989.436	9122130.759	677989.4891	9122130.78	0.053072	0.021924	0.002816637	0.000480662	0.003297
B11	677988.388	9122162.619	677988.3754	9122162.64	-0.012626	0.023588998	0.000159416	0.000556441	0.000716
B17	678023.616	9122107.037	678023.6225	9122107.03	0.006479	-0.010507001	4.19774E-05	0.000110397	0.000152
B18	678022.567	9122099.056	678022.4087	9122099.08	-0.158263	0.020674	0.025047177	0.000427414	0.025475
B19	678029.627	9122060.448	678029.702	9122060.28	0.074955	-0.166538	0.005618252	0.027734905	0.033353
B21	678069.132	9122101.725	678069.0677	9122101.8	-0.064254	0.075556001	0.004128577	0.005708709	0.009837
B23	678054.748	9122132.967	678054.6456	9122133.09	-0.102378	0.125018999	0.010481255	0.01562975	0.026111
								jumlah	0.12113
								rata-rata	0.006729
								RMSExy	0.08203

Hasil RMSExy yaitu 0.082033 m



IV.3. Report Hasil Pemasangan Citrafoto

Dalam proses pengolahan citrafoto menggunakan perangkat lunak yaitu Photoshop profesional dan dioperasikan secara penulis melakukan uji coba untuk mengetahui ketelitian geometri citrafoto. dalam percobaan titik GCP, sebanyak 9 buah GCP yang di sebar di area kalibrasi. Jumlah foto yang digunakan masing-masing perangkat lunak sama yaitu 152 foto. Kombinasi jumlah titik GCP telah dilakukan dengan kombinasi 9 GCP serta 9 CPr dan 9 GCP serta 27 CPr. Kombinasi tersebut tentunya diolah di masing-masing perangkat lunak dengan jumlah GCP serta CPr yang sama agar mendapat hasil perhitungan ketelitian disetiap kombinasi GCP dan CPr di masing-masing perangkat lunak. Berikut Hasil dari pengolahannya.

IV.3.1 Perhitungan RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak agisoft 9 GCP Variasi 9 CPr

Tabel 4.1 hasil perhitungan RMSE Horizontal dan vertikal dengan kombinasi 9 GCP serta 9 CPr

No	Perhitungan	Z. hasil	Y. hasil	X. hasil	Residual X	Residual Y	Residual Z	Residual
B1	67200240	67200240	67200240	67200240	-0.02307199	0.00102734	0.00027091	0.00027183
B2	67200432	67200432	67200432	67200432	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.0001152
B3	67200624	67200624	67200624	67200624	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	0.00018999
B4	67200816	67200816	67200816	67200816	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B5	67201008	67201008	67201008	67201008	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B6	67201200	67201200	67201200	67201200	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B7	67201392	67201392	67201392	67201392	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B8	67201584	67201584	67201584	67201584	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B9	67201776	67201776	67201776	67201776	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B10	67201968	67201968	67201968	67201968	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B11	67202160	67202160	67202160	67202160	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B12	67202352	67202352	67202352	67202352	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B13	67202544	67202544	67202544	67202544	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B14	67202736	67202736	67202736	67202736	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B15	67202928	67202928	67202928	67202928	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B16	67203120	67203120	67203120	67203120	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B17	67203312	67203312	67203312	67203312	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B18	67203504	67203504	67203504	67203504	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B19	67203696	67203696	67203696	67203696	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B20	67203888	67203888	67203888	67203888	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B21	67204080	67204080	67204080	67204080	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B22	67204272	67204272	67204272	67204272	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B23	67204464	67204464	67204464	67204464	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B24	67204656	67204656	67204656	67204656	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B25	67204848	67204848	67204848	67204848	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B26	67205040	67205040	67205040	67205040	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B27	67205232	67205232	67205232	67205232	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B28	67205424	67205424	67205424	67205424	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B29	67205616	67205616	67205616	67205616	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B30	67205808	67205808	67205808	67205808	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B31	67206000	67206000	67206000	67206000	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B32	67206192	67206192	67206192	67206192	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B33	67206384	67206384	67206384	67206384	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B34	67206576	67206576	67206576	67206576	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B35	67206768	67206768	67206768	67206768	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B36	67206960	67206960	67206960	67206960	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B37	67207152	67207152	67207152	67207152	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B38	67207344	67207344	67207344	67207344	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B39	67207536	67207536	67207536	67207536	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B40	67207728	67207728	67207728	67207728	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B41	67207920	67207920	67207920	67207920	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B42	67208112	67208112	67208112	67208112	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B43	67208304	67208304	67208304	67208304	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B44	67208496	67208496	67208496	67208496	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B45	67208688	67208688	67208688	67208688	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B46	67208880	67208880	67208880	67208880	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B47	67209072	67209072	67209072	67209072	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B48	67209264	67209264	67209264	67209264	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B49	67209456	67209456	67209456	67209456	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B50	67209648	67209648	67209648	67209648	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B51	67209840	67209840	67209840	67209840	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B52	67210032	67210032	67210032	67210032	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B53	67210224	67210224	67210224	67210224	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B54	67210416	67210416	67210416	67210416	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B55	67210608	67210608	67210608	67210608	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B56	67210800	67210800	67210800	67210800	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B57	67210992	67210992	67210992	67210992	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B58	67211184	67211184	67211184	67211184	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B59	67211376	67211376	67211376	67211376	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B60	67211568	67211568	67211568	67211568	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B61	67211760	67211760	67211760	67211760	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B62	67211952	67211952	67211952	67211952	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B63	67212144	67212144	67212144	67212144	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B64	67212336	67212336	67212336	67212336	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B65	67212528	67212528	67212528	67212528	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B66	67212720	67212720	67212720	67212720	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B67	67212912	67212912	67212912	67212912	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B68	67213104	67213104	67213104	67213104	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B69	67213296	67213296	67213296	67213296	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B70	67213488	67213488	67213488	67213488	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B71	67213680	67213680	67213680	67213680	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B72	67213872	67213872	67213872	67213872	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B73	67214064	67214064	67214064	67214064	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B74	67214256	67214256	67214256	67214256	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B75	67214448	67214448	67214448	67214448	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B76	67214640	67214640	67214640	67214640	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B77	67214832	67214832	67214832	67214832	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B78	67215024	67215024	67215024	67215024	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B79	67215216	67215216	67215216	67215216	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B80	67215408	67215408	67215408	67215408	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B81	67215600	67215600	67215600	67215600	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B82	67215792	67215792	67215792	67215792	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B83	67215984	67215984	67215984	67215984	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B84	67216176	67216176	67216176	67216176	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B85	67216368	67216368	67216368	67216368	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B86	67216560	67216560	67216560	67216560	0.00015899	0.00011502	0.00019320	0.00015899
B87	67216752	67216752	67216752	67216752	-0.00018999	0.00011502	0.00019320	-0.00018999
B88	67216944	67216944	67216944	67216944	0.00015899	0.00011502	0.00019320	

Tabel 4.2 Perhitungan RMSE Vertikal dari agisoft 9 gcp

ID	Z Pengukuran	Z hasil agisoft	Residual Z	Residual Z <sup>2</sup>
B1	547.69	547.615741	-0.074259	0.005514399
B3	547.398	547.42023	0.02223	0.000494173
B6	546.516	546.515376	-0.000624	3.89376E-07
B14	547.501	547.536053	0.035053	0.001228713
B16	546.926	546.948434	0.022434	0.000503284
B22	546.943	546.902623	-0.040377	0.001630302
B24	546.787	546.820713	0.033713	0.001136566
B27	546.808	546.828052	0.020052	0.000402083
B39	545.39	545.364826	-0.025174	0.00063373
B12	547.866	547.755408	-0.110592	0.01223059
B4	547.156	547.160975	0.004975	2.47506E-05
B9	546.834	547.003531	0.169531	0.02874076
B11	547.178	547.364948	0.186948	0.034949555
B17	546.675	546.796702	0.121702	0.014811377
B18	546.701	546.805554	0.104554	0.010931539
B19	546.434	546.209986	-0.224014	0.050182272
B21	546.481	546.592321	0.111321	0.012392365
B23	546.664	546.66913	0.00513	2.63169E-05
			jumlah	0.175833166
			rata-rata	0.009768509
			RMSEz	0.098835769

Hasil RMSEz yaitu 0.098835769m

#### IV.3.2 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak *agisoft* kombinasi 9 GCP serta 27 CPs

Tabel 4.3 Perhitungan RMSE Horizontal dari agisoft 9 GCP serta 27 CPs

point	x pengukuran	y pengukuran	X hasil agisoft	Y hasil agisoft	Residual x	Residual y	Residual x <sup>2</sup>	Residual y <sup>2</sup>	Dx <sup>2</sup> +Dy <sup>2</sup>
B1	677960.549	9122203.074	677960.5977	9122203.082	0.048675	0.007659	0.0023693	5.866E-05	0.0024279
B3	677966.422	9122142.948	677966.3931	9122142.981	-0.028861	0.033389	0.000833	0.0011148	0.0019478
B6	677970.611	9122066.477	677970.6283	9122066.441	0.017271	-0.03625	0.0002983	0.0013141	0.0016123
B14	678016.621	9122175.153	678016.6024	9122175.192	-0.018608	0.039357	0.0003463	0.001549	0.0018952
B16	678010.194	9122137.929	678010.2005	9122137.95	0.006538	0.021172	4.275E-05	0.0004483	0.000491
B22	678056.096	9122127.531	678056.1264	9122127.502	0.030388	-0.028695	0.0009234	0.0008234	0.0017468
B24	678039.562	9122151.745	678039.5955	9122151.695	0.033546	-0.049986	0.0011253	0.0024986	0.0036239
B27	678031.161	9122179.381	678031.1465	9122179.396	-0.014503	0.015281	0.0002103	0.0002335	0.0004438
B39	678116.571	9122072.14	678116.6402	9122072.131	0.069169	-0.008623	0.0047844	7.436E-05	0.0048587
B12	677979.371	9122185.756	677979.4072	9122185.722	0.036152	-0.03378	0.001307	0.0011411	0.0024481
B2	677964.269	9122170.878	677964.2457	9122170.937	-0.023349	0.05889	0.0005452	0.003468	0.0040132





B4	677961.492	9122125.681	677961.4399	9122125.65	-0.052073	-0.031157	0.0027116	0.0009708	0.0036824
B7	677995.033	9122067.254	677995.0232	9122067.236	-0.009768	-0.018029	9.541E-05	0.000325	0.0004205
B8	677995.184	9122099.726	677995.1537	9122099.871	-0.03029	0.145252	0.0009175	0.0210981	0.0220156
B9	677989.436	9122130.759	677989.487	9122130.769	0.050955	0.010394	0.0025964	0.000108	0.0027044
B10	677995.666	9122152.893	677995.5763	9122152.878	-0.089676	-0.01543	0.0080418	0.0002381	0.0082799
B11	677988.388	9122162.619	677988.3676	9122162.653	-0.020419	0.034239	0.0004169	0.0011723	0.0015892
B15	678008.374	9122161.693	678008.3123	9122161.747	-0.061715	0.054243	0.0038087	0.0029423	0.006751
B17	678023.616	9122107.037	678023.6622	9122107.006	0.046241	-0.03055	0.0021382	0.0009333	0.0030715
B18	678022.567	9122099.056	678022.4463	9122099.058	-0.120668	0.002071	0.0145608	4.289E-06	0.0145651
B19	678029.627	9122060.448	678029.7334	9122060.284	0.106449	-0.164103	0.0113314	0.0269298	0.0382612
B20	678052.301	9122076.735	678052.3314	9122076.78	0.030423	0.044619	0.0009256	0.0019909	0.0029164
B21	678069.132	9122101.725	678069.1186	9122101.778	-0.013371	0.05326	0.0001788	0.0028366	0.0030154
B23	678054.748	9122132.967	678054.6886	9122133.077	-0.059431	0.109892	0.003532	0.0120763	0.0156083
B25	678056.014	9122165.026	678055.9696	9122165.104	-0.044357	0.078227	0.0019675	0.0061195	0.008087
B28	678046.579	9122189.126	678046.5902	9122189.022	0.011242	-0.104299	0.0001264	0.0108783	0.0110047
B29	678056.106	9122193.561	678056.1341	9122193.468	0.028103	-0.093011	0.0007898	0.008651	0.0094408
B30	678055.411	9122218.078	678055.4033	9122217.903	-0.007695	-0.174728	5.921E-05	0.0305299	0.0305891
B31	678076.688	9122225.516	678076.6795	9122225.502	-0.008475	-0.014039	7.183E-05	0.0001971	0.0002689
B32	678075.821	9122205.866	678075.868	9122205.803	0.047009	-0.063249	0.0022098	0.0040004	0.0062103
B33	678066.146	9122189.929	678066.201	9122189.984	0.055005	0.055102	0.0030256	0.0030362	0.0060618
B34	678083.23	9122184.213	678083.2152	9122184.067	-0.014782	-0.145997	0.0002185	0.0213151	0.0215336
B35	678090.976	9122173.358	678090.9798	9122173.434	0.003794	0.07623	1.439E-05	0.005811	0.0058254
B36	678082.383	9122153.944	678082.3973	9122154.022	0.014322	0.0784	0.0002051	0.0061466	0.0063517
B37	678086.37	9122105.887	678086.3365	9122105.909	-0.033507	0.02244	0.0011227	0.0005036	0.0016263
B40	678112.014	9122153.897	678112.0313	9122153.977	0.017265	0.079859	0.0002981	0.0063775	0.0066755
								JUMLAH	0.0851426
								RATA2	0.0094603
								RMSExy	0.097264

Hasil RMSExy yaitu 0.097264 m

Tabel 4.4 Perhitungan RMSE Vertikal dari agisoft 9 GCP 27 CP

ID	Z Pengukuran	Z hasil agisoft	Residual Z	Residual Z <sup>2</sup>
B1	547.6783	547.69	0.01167	0.000136
B3	547.3745	547.398	0.023508	0.000553
B6	546.5248	546.516	-0.00882	7.78E-05
B14	547.5114	547.501	-0.01039	0.000108
B16	546.8795	546.926	0.046533	0.002165
B22	546.8649	546.943	0.078118	0.006102
B24	546.7916	546.787	-0.00461	2.13E-05
B27	546.8507	546.808	-0.04269	0.001823
B39	545.3749	545.39	0.015065	0.000227
B12	547.751	547.866	0.115019	0.013229



B2	547.3669	547.454	0.087125	0.007591
B4	547.156	547.127	-0.02902	0.000842
B7	546.4634	546.511	0.047557	0.002262
B8	546.7433	546.688	-0.05529	0.003057
B9	546.9198	546.834	-0.08585	0.00737
B10	547.0899	547.017	-0.07293	0.005318
B11	547.2893	547.178	-0.11135	0.012398
B15	547.1582	547.172	0.013822	0.000191
B17	546.7652	546.675	-0.09023	0.008142
B18	546.8019	546.701	-0.10087	0.010175
B19	546.3423	546.434	0.09167	0.008403
B20	546.4218	546.49	0.068229	0.004655
B21	546.5629	546.481	-0.0819	0.006708
B23	546.664	546.6288	-0.03525	0.001242
B25	546.622	546.6432	0.021234	0.000451
B28	546.8621	546.826	-0.03611	0.001304
B29	546.6878	546.618	-0.06979	0.004871
B30	546.8076	546.785	-0.02262	0.000512
B31	546.8892	546.985	0.095762	0.00917
B32	546.6161	546.554	-0.06212	0.003859
B33	546.5508	546.591	0.040227	0.001618
B34	546.3843	546.351	-0.03333	0.001111
B35	546.3874	546.426	0.038604	0.00149
B36	546.3874	546.478	0.090583	0.008205
B37	546.237	546.175	-0.06199	0.003843
B40	546.2743	546.289	0.014739	0.000217
			JUMLAH	0.030026
			RATA2	0.003336
			RMSEz	0.05776

Hasil RMSEz yaitu 0.05776 m

#### IV.3.3 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal dari perangkat lunak *photomodeler scanner 9 GCP* serta 9 CPs

Tabel 4.5 Perhitungan RMSE horizontal dari photomodeler 9 GCP variasi 9 CPs

point	x pengukuran	y pengukuran	X hasil photomodeler	Y hasil photomodeler	Residual x	Residual y	Residual x <sup>2</sup>	Residualy <sup>2</sup>	Dx <sup>2</sup> +Dy <sup>2</sup>
B1	677960.549	9122203.074	677960.6448	9122202.969	0.095802	-0.105132999	0.009178023	0.011052947	0.020230971
B3	677966.422	9122142.948	677966.49	9122142.946	0.068009	-0.002295	0.004625224	5.26703E-06	0.004630491
B6	677970.611	9122066.477	677970.5885	9122066.528	-0.022529	0.050806999	0.000507556	0.002581351	0.003088907
B14	678016.621	9122175.153	678016.5706	9122175.391	-0.050367	0.238051999	0.002536835	0.056668754	0.059205589
B16	678010.194	9122137.929	678010.122	9122137.931	-0.071976	0.002068	0.005180545	4.27662E-06	0.005184821





B22	678056.096	9122127.531	678056.1517	9122127.471	0.055661	-0.060192	0.003098147	0.003623077	0.006721224
B24	678039.562	9122151.745	678039.531	9122151.646	-0.031008	-0.099327	0.000961496	0.009865853	0.010827349
B27	678031.161	9122179.381	678031.0677	9122179.362	-0.093301	-0.018639999	0.008705077	0.00034745	0.009052526
B39	678116.571	9122072.14	678116.6207	9122072.135	0.049709	-0.005341001	0.002470985	2.85263E-05	0.002499511
B12	677979.371	9122185.756	677979.2592	9122185.534	-0.11181	-0.222122999	0.012501476	0.049338627	0.061840103
B4	677961.492	9122125.681	677961.4707	9122125.668	-0.021252	-0.012605	0.000451648	0.000158886	0.000610534
B9	677989.436	9122130.759	677989.2943	9122130.815	-0.141671	0.055923	0.020070672	0.003127382	0.023198054
B11	677988.388	9122162.619	677988.5761	9122162.548	0.188097	-0.07065	0.035380481	0.004991423	0.040371904
B17	678023.616	9122107.037	678023.5907	9122107.014	-0.025294	-0.023344001	0.000639786	0.000544942	0.001184729
B18	678022.567	9122099.056	678022.4085	9122099.036	-0.158524	-0.019932	0.025129859	0.000397285	0.025527143
B19	678029.627	9122060.448	678029.6672	9122060.324	0.040239	-0.124396	0.001619177	0.015474365	0.017093542
B21	678069.132	9122101.725	678069.1335	9122101.788	0.001463	0.062574001	2.14037E-06	0.003915506	0.003917646
B23	678054.748	9122132.967	678054.6941	9122133.043	-0.053924	0.075850001	0.002907798	0.005753223	0.00866102
								jumlah	0.303846064
								rata-rata	0.016880337
								RMSExy	0.129924351

Hasil RMSExy yaitu 0.12992 m

Tabel 4.6 Perhitungan RMSE vertikal dari *photomodeler* variasi 9 CPs

ID	Z Pengukuran	Z hasil Photomodeler	Residual Z	Residual Z <sup>2</sup>
B1	547.69	547.491734	-0.198266	0.039309407
B3	547.398	547.522776	0.124776	0.01556905
B6	546.516	546.411133	-0.104867	0.010997088
B14	547.501	545.634751	-1.866249	3.48288533
B16	546.926	547.550567	0.624567	0.390083937
B22	546.943	547.211873	0.268873	0.07229269
B24	546.787	547.491507	0.704507	0.496330113
B27	546.808	547.710403	0.902403	0.814331174
B39	545.39	544.934256	-0.455744	0.207702594
B12	547.866	548.452156	0.586156	0.343578856
B4	547.156	547.307067	0.151067	0.022821238
B9	546.834	547.964954	1.130954	1.27905695
B11	547.178	547.193439	0.015439	0.000238363
B17	546.675	547.338835	0.663835	0.440676907
B18	546.701	547.219202	0.518202	0.268533313
B19	546.434	546.553466	0.119466	0.014272125
B21	546.481	546.970207	0.489207	0.239323489
B23	546.664	547.062529	0.398529	0.158825364
			jumlah	8.296827989
			rata-rata	0.460934888
			RMSEz	0.678921857

Hasil RMSEz yaitu 0.678921 m



### IV.3.4 Perhitungan hasil RMSE Horizontal dan Vertikal menggunakan perangkat lunak *photomodeler scanner kombinasi 9 GCP serta 27 CPs*

Tabel 4.7 Perhitungan RMSE horizontal dari *photomodeler 9 GCP 27 CPs*

point	x pengukuran	y pengukuran	X hasil photomodeler	Y hasil photomodeler	Residual x	Residual y	Residual x <sup>2</sup>	Residualy <sup>2</sup>	Dx <sup>2</sup> +Dy <sup>2</sup>
B1	677960.549	9122203.074	677960.6452	9122202.968	0.096192	-0.105858998	0.009252901	0.011206128	0.020459028
B3	677966.422	9122142.948	677966.4928	9122142.944	0.070811	-0.003501	0.005014198	1.2257E-05	0.005026455
B6	677970.611	9122066.477	677970.5804	9122066.526	-0.030582	0.049343999	0.000935259	0.00243483	0.003370089
B14	678016.621	9122175.153	678016.5718	9122175.39	-0.049192	0.23738	0.002419853	0.056349264	0.058769117
B16	678010.194	9122137.929	678010.1237	9122137.931	-0.070305	0.001833001	0.004942793	3.35989E-06	0.004946153
B22	678056.096	9122127.531	678056.1523	9122127.472	0.056316	-0.059155999	0.003171492	0.003499432	0.006670924
B24	678039.562	9122151.745	678039.5316	9122151.646	-0.030413	-0.099359998	0.000924951	0.009872409	0.01079736
B27	678031.161	9122179.381	678031.0679	9122179.361	-0.093051	-0.019667	0.008658489	0.000386791	0.009045279
B39	678116.571	9122072.14	678116.6212	9122072.139	0.050224	-0.001015	0.00252245	1.03023E-06	0.00252348
B12	677979.371	9122185.756	677979.2606	9122185.531	-0.110381	-0.224508999	0.012183965	0.050404291	0.062588256
B2	677964.269	9122170.878	677964.3374	9122170.859	0.068413	-0.01911	0.004680339	0.000365192	0.005045531
B4	677961.492	9122125.681	677961.4741	9122125.668	-0.017929	-0.013367999	0.000321449	0.000178703	0.000500152
B7	677995.033	9122067.254	677994.8743	9122067.292	-0.15872	0.037749	0.025192038	0.001424987	0.026617025
B8	677995.184	9122099.726	677995.0942	9122099.906	-0.089832	0.180086	0.008069788	0.032430967	0.040500756
B9	677989.436	9122130.759	677989.2966	9122130.814	-0.139367	0.055387	0.019423161	0.00306772	0.02249088
B10	677995.666	9122152.893	677995.76	9122152.788	0.093968	-0.105109999	0.008829985	0.011048112	0.019878097
B11	677988.388	9122162.619	677988.578	9122162.547	0.18997	-0.071899001	0.036088601	0.005169466	0.041258067
B15	678008.374	9122161.693	678008.2368	9122161.722	-0.137219	0.029472999	0.018829054	0.000868658	0.019697712
B17	678023.616	9122107.037	678023.5926	9122107.015	-0.023358	-0.022396	0.000545596	0.000501581	0.001047177
B18	678022.567	9122099.056	678022.4106	9122099.037	-0.156375	-0.018751999	0.024453141	0.000351637	0.024804778
B19	678029.627	9122060.448	678029.6701	9122060.326	0.043075	-0.121821001	0.001855456	0.014840356	0.016695812
B20	678052.301	9122076.735	678052.2924	9122076.804	-0.008594	0.069338001	7.38568E-05	0.004807758	0.004881615
B21	678069.132	9122101.725	678069.1343	9122101.79	0.002301	0.064641001	5.2946E-06	0.004178459	0.004183754
B23	678054.748	9122132.967	678054.6947	9122133.044	-0.053303	0.076739	0.00284121	0.005888874	0.008730084
B25	678056.014	9122165.026	678055.9217	9122165.061	-0.092273	0.034699999	0.008514307	0.00120409	0.009718396
B28	678046.579	9122189.126	678046.598	9122188.978	0.019028	-0.148246	0.000362065	0.021976876	0.022338941
B29	678056.106	9122193.561	678056.1708	9122193.392	0.064814	-0.169263002	0.004200855	0.028649964	0.032850818
B30	678055.411	9122218.078	678055.2977	9122217.774	-0.11335	-0.303605	0.012848222	0.092175996	0.105024218
B31	678076.688	9122225.516	678076.4597	9122225.462	-0.228347	-0.054128001	0.052142352	0.00292984	0.055072193
B32	678075.821	9122205.866	678075.7309	9122205.769	-0.090075	-0.09663	0.008113506	0.009337357	0.017450862
B33	678066.146	9122189.929	678066.0779	9122189.902	-0.068094	-0.026551999	0.004636793	0.000705009	0.005341801
B34	678083.23	9122184.213	678083.1923	9122183.99	-0.03767	-0.223127	0.001419029	0.049785658	0.051204687
B35	678090.976	9122173.358	678090.83	9122173.374	-0.145973	0.015681	0.021308117	0.000245894	0.02155401
B36	678082.383	9122153.944	678082.2851	9122153.96	-0.097915	0.015924999	0.009587347	0.000253606	0.009840953
B37	678086.37	9122105.887	678086.2906	9122105.889	-0.079397	0.002322	0.006303884	5.39168E-06	0.006309275
B40	678112.014	9122153.897	678111.8984	9122153.912	-0.115597	0.014843	0.013362666	0.000220315	0.013582981



	JUMLAH	0.285380982
	RATA2	0.031708998
	RMSExy	0.178070205

Hasil RMSExy yang di peroleh yaitu 0.17807 m

Tabel 4.8 Perhitungan RMSE vertikal dari photomodeler 27 CPs

point	Z Pengukuran	Z hasil photomodeler	Residual Z	Residual Z <sup>2</sup>
B1	547.67833	547.496586	-0.181744	0.033030882
B3	547.374492	547.506678	0.132186	0.017473139
B6	546.524823	546.421803	-0.10302	0.01061312
B14	547.511388	545.637547	-1.873841	3.511280093
B16	546.879467	547.542493	0.663026	0.439603477
B22	546.864882	547.211026	0.346144	0.119815669
B24	546.791611	547.493183	0.701572	0.492203271
B27	546.850692	547.71723	0.866538	0.750888105
B39	545.374935	544.932454	-0.442481	0.195789435
B12	547.750981	548.449438	0.698457	0.487842181
B2	547.366875	547.447919	0.081044	0.00656813
B4	547.156	547.285556	0.129556	0.016784757
B7	546.463443	546.615339	0.151896	0.023072395
B8	546.743286	547.183183	0.439897	0.193509371
B9	546.919847	547.950658	1.030811	1.062571318
B10	547.089928	547.367672	0.277744	0.07714173
B11	547.289348	547.186997	-0.102351	0.010475727
B15	547.158178	547.658659	0.500481	0.250481231
B17	546.765233	547.32589	0.560657	0.314336272
B18	546.801873	547.204002	0.402129	0.161707733
B19	546.34233	546.530077	0.187747	0.035248936
B20	546.421771	546.795443	0.373672	0.139630764
B21	546.562901	546.965681	0.40278	0.162231728
B23	546.664	547.062775	0.398775	0.159021501
B25	546.622	547.348156	0.726156	0.527302536
B28	546.862113	547.22012	0.358007	0.128169012
B29	546.687794	546.997307	0.309513	0.095798297
B30	546.807617	547.065964	0.258347	0.066743172
B31	546.889238	547.008928	0.11969	0.014325696
B32	546.616122	546.802225	0.186103	0.034634327
B33	546.550773	546.982332	0.431559	0.18624317
B34	546.384329	546.573511	0.189182	0.035789829
B35	546.387396	546.642117	0.254721	0.064882788
B36	546.387417	546.972325	0.584908	0.342117368
B37	546.236994	546.593014	0.35602	0.12675024

B40	546.274261	546.723579	0.449318	0.201886665
			JUMLAH	4.430856563
			RATA2	0.177234263
			RMSEZ	0.420991998

Hasil RMSEz yaitu 0.42099 m

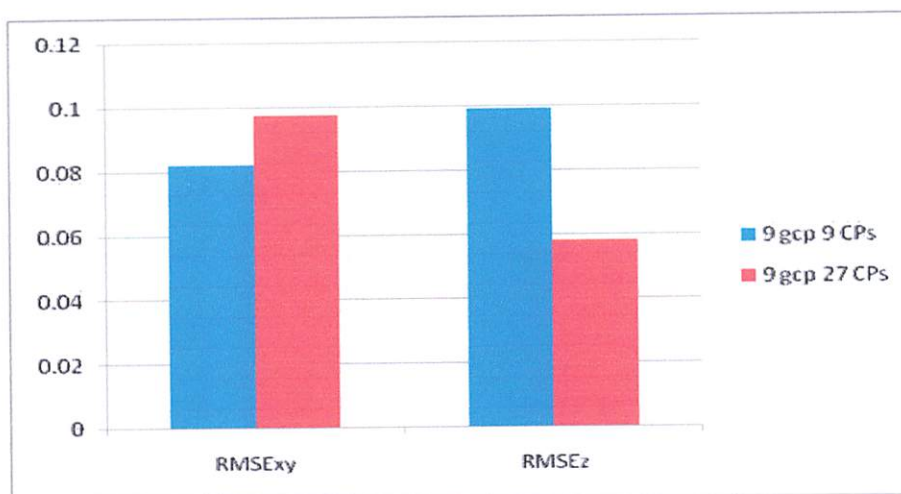
#### IV.4 Perbandingan Ketelitian Geometri Pada Variasi CPs di setiap masing-masing perangkat lunak

##### IV.4.1 Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi CPs yang berbeda pada perangkat lunak *Agisoft photoscan profesional*

Tabel 4.9 adalah hasil perbandingan nilai GCP dari kombinasi *check point* yang berbeda

Hasil Perbandingan 9 gcp dengan Variasi Check point		
Variasi	RMSE <sub>xy</sub>	RMSE <sub>z</sub>
9 gcp 9 CPs	0.082033	0.098836
9 gcp 27 CPs	0.09726	0.05776
selisih	0.015227	0.041076

Dapat dilihat di Tabel 4.9 bahwa terdapat Variasi dari nilai CPs yang berbeda Yaitu menggunakan 9 GCP variasi 9 CPs dan 9 GCP Variasi 27 CPs. Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat perbandingan ketelitian horizontal dan vertikal di area kalibrasi tersebut menunjukkan perbedaan ketelitian dari penggunaan variasi 9 CPs dan 27 CPs.



Grafik 4.1 adalah grafis perbandingan ketelitian RMSE<sub>xy</sub> dan RMSE<sub>z</sub> variasi Check point 9 dan 27.

Tingkat ketelitian horizontal terbaik dari hasil variasi *check point* ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 9 CPs yaitu sebesar **0.0820 m**. Sedangkan pada aspek Vertikal



B-10	246,274361	246,23270	0,444119	0,201886662
			RMSE	4,93082673
			KATAZ	0,177234503
			RMSLN	0,42001092

Hasil RMSE nilai 0-1000 m

17.4 Perbandingan Ketelitian Geometri Pada Variasi CPS di setiap masing-masing perangkat lunak

17.4.1 Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi CPS yang berbeda pada perangkat lunak Agisoft photogram professional

Tabel 4.9 adalah hasil perbandingan nilai GCP dari kombinasi check point yang berbeda

Hasil Perbandingan 9 gcp dengan Variasi Check point	
Variasi	RMSLN
9 gcp 9 CPS	0,482072
9 gcp 27 CPS	0,09720
selisih	0,012227

Dapat dilihat di Tabel 4.9 bahwa terdapat Variasi dari nilai CPS yang berbeda yaitu menggunakan 9 GCP variasi 9 CPS dan 9 GCP Variasi 27 CPS. Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat perbandingan ketelitian horizontal dan vertikal di area kalibrasi tersebut menunjukkan perbedaan ketelitian dari penggunaan variasi 9 CPS dan 27 CPS.

Tingkat ketelitian horizontal terdapat hasil variasi check point ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 9 CPS yaitu sebesar 0,0820 m. Sedangkan pada aspek Vertikal

Copyright © 2019 by Author, published by Universitas Mitra Indonesia. All rights reserved. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

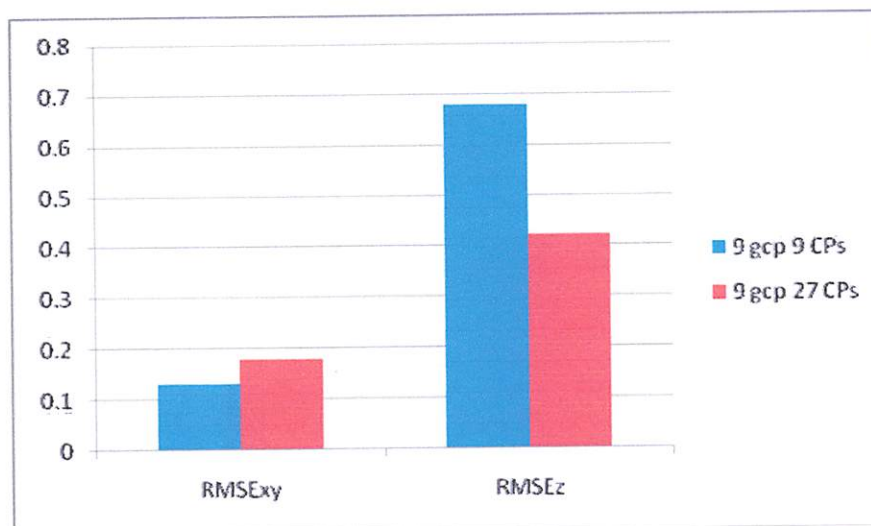
ketelitian terbaik dari hasil variasi *Check point* ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 27 CPs yaitu sebesar **0.05776 m**.

#### IV.4.2. Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi CPs yang berbeda pada perangkat *Photodeler scanner*.

Tabel 4.10 adalah hasil perbandingan dari kombinasi *check point*

Hasil Perbandingan 9 gcp dengan Variasi Check point		
Variasi	RMSE <sub>xy</sub>	RMSE <sub>z</sub>
9 gcp 9 CPs	0.129924	0.678921
9 gcp 27 CPs	0.178072	0.420991
selisih	0.048148	0.25793

Dapat dilihat di Tabel 4.10 bahwa terdapat Variasi dari nilai CPs yang berbeda Yaitu menggunakan 9 GCP variasi 9 CPs dan 9 GCP Variasi 27 CPs. Berdasarkan tabel 4.18 dapat dilihat perbandingan ketelitian horizontal dan vertikal di area kalibrasi tersebut menunjukkan perbedaan ketelitian yang linier dari penggunaan variasi 9 CPs dan 27 CPs.



Grafik 4.2 adalah perbandingan ketelitian RMSE<sub>xy</sub> dan RMSE<sub>z</sub> variasi Check point 9 dan 27.

Tingkat ketelitian horizontal terbaik dari hasil variasi *check point* ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 9 CPs yaitu sebesar **0.129924 m**. Sedangkan pada aspek Vertikal ketelitian nilai terbaik dari hasil variasi *Check point* ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 27 CPs yaitu sebesar **0.4209 m**.

ketelitian terbaik dari hasil variasi check point ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 27  
CPS yaitu sebesar 0.05276 m.

### IV.4.2. Perbandingan hasil ketelitian geometri menggunakan 9 GCP dengan nilai Variasi CPS yang berbeda pada perangkat Photomoduler scanner.

Tabel 4.10 adalah hasil perbandingan dari kombinasi check point

Hasil Perbandingan 9 gcp dengan Variasi Check point		
Variasi	RMSR <sub>x</sub>	RMSR <sub>y</sub>
9 gcp 9 CPS	0.130024	0.078021
9 gcp 27 CPS	0.178077	0.450001
selisih	0.048148	0.371980

Dapat dilihat di Tabel 4.10 bahwa terdapat Variasi dari nilai CPS yang berbeda. Yang menggunakan 9 GCP variasi 9 CPS dan 9 GCP Variasi 27 CPS. Berdasarkan tabel 4.10 dapat dilihat perbandingan ketelitian horizontal dan vertikal di area kalibrasi tersebut menunjukkan perbedaan ketelitian yang terjadi dari penggunaan variasi 9 CPS dan 27 CPS.

Tingkat ketelitian horizontal terbaik dari hasil variasi check point ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 9 CPS yaitu sebesar 0.130024 m. Sedangkan pada aspek Vertikal ketelitian nilai terbaik dari hasil variasi check point ditunjukkan pada kombinasi 9 GCP variasi 27 CPS yaitu sebesar 0.450001 m.

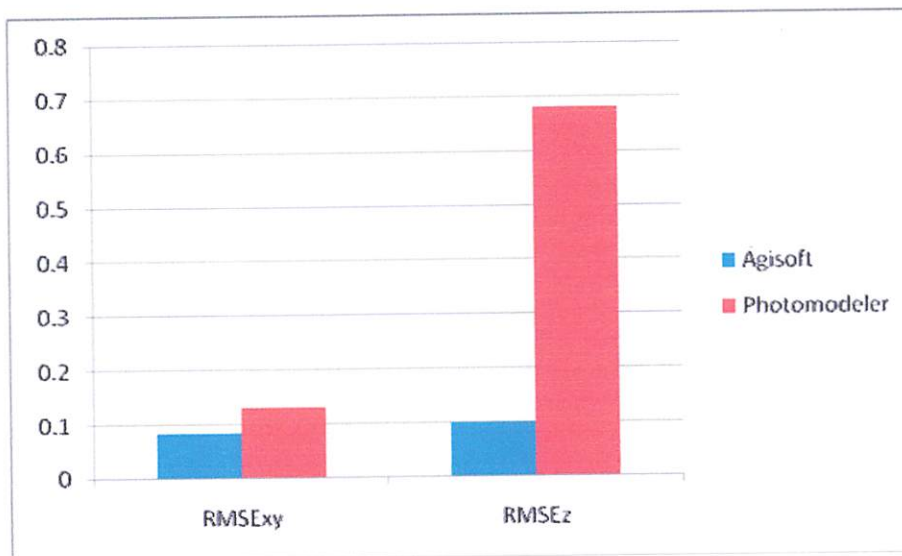
Grafik 4.3 adalah perbandingan ketelitian R<sub>MSR</sub> dan R<sub>MSR</sub> untuk check point variasi 27

#### IV.5 Hasil Perbandingan ketelitian geometri *Orthophoto* dari *software agisoft* dan *photomodeler*

Pada tabel 4.11 adalah hasil perbandingan ketelitian dari *agisoft* dan *photomodeler*

Hasil Perbandinganketelitian dari 2 perangkat lunak		
perangkat lunak	RMSExy	RMSEz
Agisoft	0.082033	0.098836
Photomodeler	0.129924	0.678921
Selisih	0.0478	0.58008

Dapat dilihat di Tabel 4.11 dapat dilihat perbandingan ketelitian horizontal dan vertikal di yang di dihasilkan dari kedua perangkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketelitian RMSE horizontal yang dihasilkan dari perangkat lunak *agisoft* dan *photomodeler* tampak berbeda.



Grafis 4.3 adalah grafis perbandingan ketelitian RMSE horizontal dan RMSE vertikal dari kedua perangkat lunak.

Tingkat ketelitian horizontal terbaik yaitu hasil dari perangkat lunak *agisoft* sebesar **0.0820 m**. Sedangkan pada aspek Vertikal ketelitian nilai terbesar hasil dari *photomodeler* sebesar **0.678921 m**.

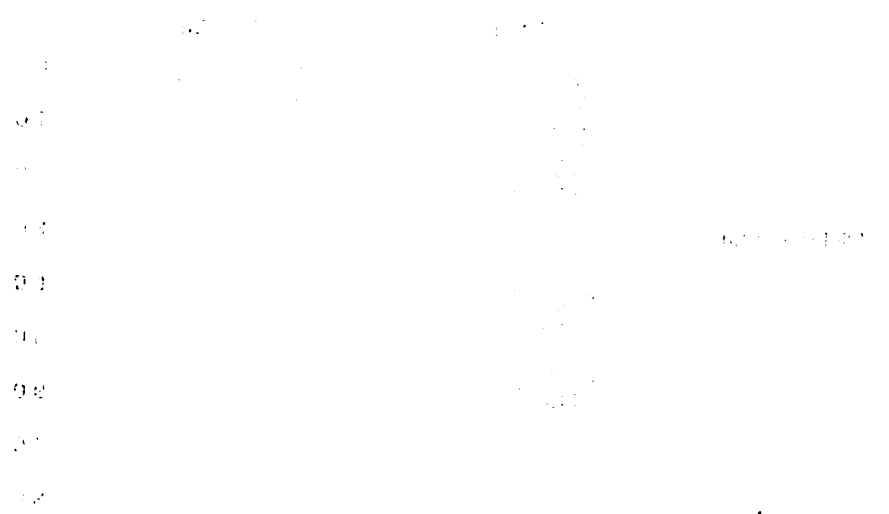
sebesar 0'028002 m

0'0830 m. Sedangkan luas aspek tingkat ketelitian nilai tersebut hasil dari photogrameter.

Tingkat ketelitian horizontal tersebut yaitu hasil dari bearingnya untuk aspek tersebut.

Untuk

aspek ini untuk aspek photogrameter yang menunjukkan bahwa ketelitian dan akurasi tersebut yang kedua bearingnya



horizontal yang diarahkan dari bearingnya untuk aspek dan photogrameter, tampak tersebut

yang diarahkan dari kedua bearingnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketelitian ketelitian

Dapat dilihat di tabel 1.11 bahwa terlihat perbandingan ketelitian horizontal dan vertikal di

Aspek	0'0148	0'28002
Photogrameter	0'150051	0'028051
Aspek	0'085032	0'028002
Bearingnya untuk	KEMERAN	BANGUN
Hasil perbandingan ketelitian dan bearingnya untuk		

luas tabel 1.11 adalah hasil perbandingan ketelitian dan aspek dan photogrameter.

photogrameter.

1.2 Hasil Perbandingan ketelitian geometri Orthorektiko dari gambar aspek dan



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1. Kesimpulan**

Rangkuman dalam penelitian ini disimpulkan dalam beberapa poin yang menjelaskan seluruh rangkaian pelaksanaan penelitian ini. Berikut adalah kesimpulan yang dapat penulis kemukakan.

1. Pada perangkat lunak *agisoft photoscan professional* Kualitas hasil ketelitian RMSE horizontal di pengaruhi oleh jumlah titik CPs. Sesuai hasil penelitian yang di lakukan maka semakin banyak titik CPs yang di gunakan maka akan mengurangi nilai ketelitian horizontal *Ground control point*. Ketelitian terbaik dari pengolahan *orthophoto* yang di hasilkan dari perangkat lunak *agisoft photoscan professional* adalah **0.082 m**.
2. Pada perangkat lunak *photomodeler scanner* kualitas hasil ketelitian RMSE horizontal juga di pengaruhi oleh jumlah titik CPs. Sesuai hasil penelitian yang dilakukan maka semakin sedikit titik CPs yang digunakan maka ketelitian horizontal semakin baik. Ketelitian terbaik dari hasil pengolahan *orthophoto* dengan *photomodeler scanner* adalah **0.129 m**.
3. Dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa pemakaian variasi jumlah 9 CPs dianggap paling teliti karena mendapatkan nilai hasil RMSE horizontal paling kecil yaitu pada pengolahan data menggunakan perangkat lunak *agisoft photoscan professional* sebesar **0.082 m**.

#### **V.2. Saran**

Serangkaian proses dan hasil yang telah dilakukan serta kesimpulan yang didapat, penulis memberikan solusi berupa saran dalam kualitas pemotretan udara *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*, berikut adalah poin-poin yang penulis perhatikan.

1. Pemotretan udara UAV dapat dijadikan solusi dalam bidang survei dan pemetaan tetapi perlu diperhatikan dalam proses pengolahan *agisoft profesional*

# BAB V PENUTUP

## V.1. Kesimpulan

Rangkuman dalam penelitian ini disimpulkan dalam beberapa poin yang menjelaskan seluruh rangkaian pelaksanaan penelitian ini. Berikut adalah kesimpulan yang dapat penulis kemukakan.

1. Pada perangkat lunak *agisoft photo3d* proses profesional kualitas hasil ketelitian RMSE horizontal di pengaruhi oleh jumlah titik CPS. Sesuai hasil penelitian yang di lakukan maka semakin banyak titik CPS yang di gunakan maka akan mengurangi nilai ketelitian horizontal (*horizontal control point*). Ketelitian terbaik dari pengolahan *orthophoto* yang di hasilkan dari perangkat lunak *agisoft photo3d* profesional adalah **0.082 m**.

2. Pada perangkat lunak *photomodeler scanner* kualitas hasil ketelitian RMSE horizontal juga di pengaruhi oleh jumlah titik CPS. Sesuai hasil penelitian yang dilakukan maka semakin sedikit titik CPS yang digunakan maka ketelitian horizontal semakin baik. Ketelitian terbaik dari hasil pengolahan *orthophoto* dengan *photomodeler scanner* adalah **0.129 m**.

3. Dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa pemakaian variasi jumlah 9 CPS dianggap paling teliti karena mendapatkan nilai hasil RMSE horizontal paling kecil yaitu pada pengolahan data menggunakan perangkat lunak *agisoft photo3d* profesional sebesar **0.082 m**.

## V.2. Saran

Saran berkaitan proses dan hasil yang telah dilakukan serta kesimpulan yang didapat. Penulis memberikan solusi berupa saran dalam kualitas pemetaan data (*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*). Berikut adalah poin-poin yang penulis bahas.

1. Pemetaan data UAV dapat di laksanakan solusi dalam bidang survei dan pemetaan tetapi perlu diperhatikan dalam proses pengolahan *agisoft professional*

*dan photomodeler scanner*. Hal ini mempengaruhi nilai kualitas hasil ketelitian geometri. Pengupayaan perlu dilakukan dengan meminimalkan nilai RMSE.

2. Posisi dan kondisi *retro point* di lapangan perlu diperhatikan karena mempengaruhi nilai posisi, serta kualitas hasil ketelitian *orthophoto*.
3. Pada saat *marking* titik GCP dan CPs di perangkat lunak yang di gunakan, harus dilakukan dengan benar dan teliti karena sangat mempengaruhi kualitas ketelitian *orthophoto* yang di hasilkan.

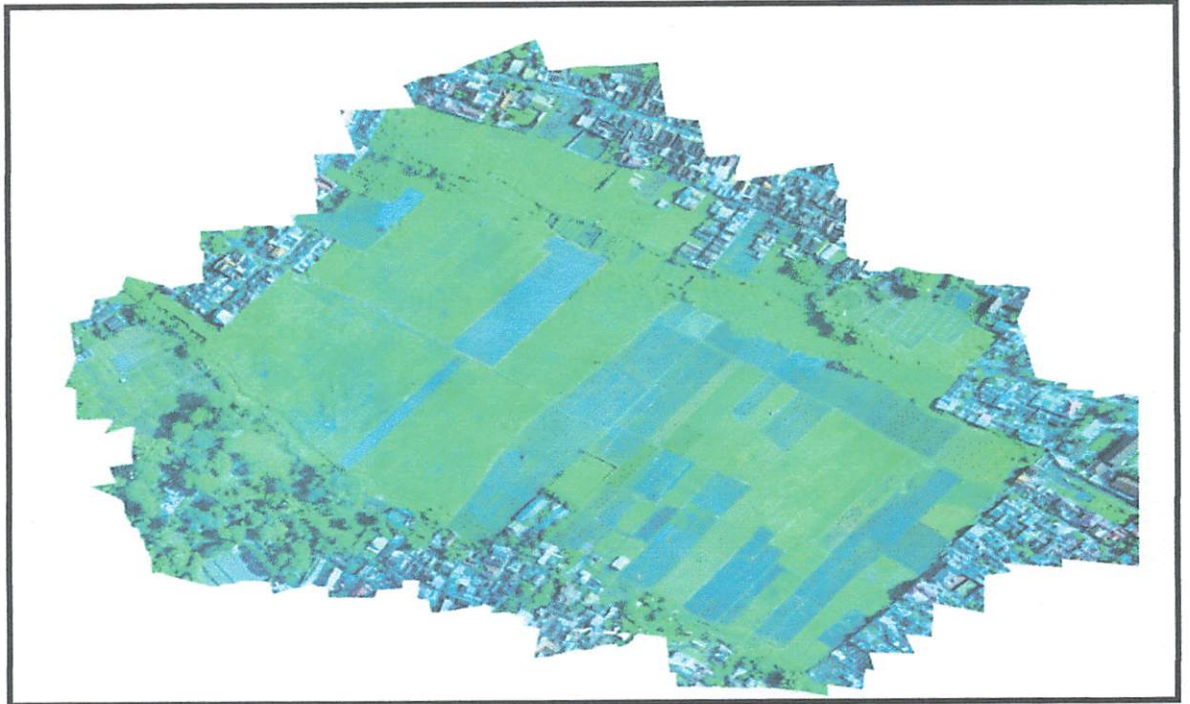
## DAFTAR PUSTAKA

- FGDC. 2013. *Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3 : National Standard for Spatial Data Accuracy*.  
<https://www.fgdc.gov/standards/projects>. 17 September 2014.
- Fraser, C. 1982, 'Optimization of precision in close-range photogrammetry'. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 48, pp. 561-570.
- Harintaka. 2008. Evaluasi Penerapan *Mini Bundle Block Adjustment* Pada Foto Udara Format Kecil. Thesis. Tidak Diterbitkan.
- Mikhail, Edward M dkk. 2001. *Introduction to Modern Photogrammetry*. John Wiley & Sons. Inc, New York.
- Paine, David P., 1993. *Fotografi Udara dan Penafsiran Citra Untuk Pengelolaan Sumberdaya Edisi ke-2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan Imam Abdurahman. Buku Asli : *Aerial Photography and Image Interpretation For Resource Managment*, John Wiley & Sons.
- Rafsanjani, Farrid. 2008. Pengambilan Data 2,5D Untuk Visualisasi Kota 3D. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi ITB.
- Subiyanto, S. 2010. *Konsep Dasar Pemetaan Fotogrametri*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wijayanti, Miim. 2008. Ujicoba Penentuan Unsur-Unsur Orientasi Dalam Kamera Digital Non-Metrik Dengan Metode Pendekatan Sederhana (Studi Kasus : Kamera Nikon Coolpix 7900). Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- Wolf, P.R., 1983, *Elements of Photogrammetry*, 2nd edition, McGraw-Hill Book Company, USA.

# LAMPIRAN



1. Hasil orthophoto agisoft



2. Hasil orthophoto photomodeler

