

# UJI AKURASI KETELITIAN PETA ORTHOFOTO MENGGUNAKAN PESAWAT UAV UNTUK TATA GUNA LAHAN

(Studi Kasus : Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah)

Ahmad Fajri Tarmizi

Jurusan Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknologi Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,  
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Lowokwaru, Kecamatan Sumbersari, Kota Malang

**KATA KUNCI :** Ketelitian, *fotogrametri*, UAV, RMSE, Tata Guna Lahan

## ABSTRAK :

Pemetaan merupakan proses pembuatan peta. Peta yang dimaksud merupakan gambaran dari sebagian maupun seluruh permukaan bumi pada bidang dua dimensi dengan menggunakan skala dan sistem proyeksi tertentu. Peta dengan informasi ketinggian disebut sebagai peta topografi. Kebijakan satu peta menuntut ketersediaan informasi geospasial sesuai skala kebutuhan, termasuk informasi geospasial pada skala detail. Teknologi Orthofoto pada fotogrametri UAV dapat menyediakan data dasar untuk informasi geospasial pada skala detail. Untuk mendapatkan informasi turunan berupa tata guna lahan. Dalam Sebuah Peta harus memiliki nilai akurasi ketelitian terhadap data informasi geospasial. Untuk mengingat Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4725), Maka Badan Informasi Geospasial menetapkan pedoman teknis ketelitian peta dasar pada Nomer 15 tahun 2014.

Ketelitian Peta Dasar dilakukan dengan dilakukan pengujian nilai RMSE pada peta dasar dan hasil pengukuran dilapangan. Pengukuran harus memiliki ketelitian Kerangan Kontrol Horizontal dan Vertikal untuk menunjang nilai akurasi ketelitian peta dasar sesuai dengan ketentuan Nomer 15 tahun 2014.

Uji ketelitian dilakukan dengan membandingkan koordinat titik GCP hasil pengukuran Total-Station dengan koordinat titik ICP hasil digitasi (post-mark) Orthofoto untuk nilai RMSEr (X dan Y) dan DTM untuk Nilai RMSEz (Elevassi). Orthofoto selanjutnya dipotong sesuai nomor lembar peta masing-masing dengan skala 1:1000. Pada uji ketelitian tata guna lahan diketahui hasil nilai RMSEr terbesar terdapat pada bagian sungai sedangkan nilai RMSEz terdapat pada bagian sawah, sedangkan untuk tegalahan atau lahan kosong nilai RMSE pada kondisi baik.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) National Land Use Database Perencanaan Tata Ruang. Penggunaan lahan (Land Use) adalah modifikasi yang dilakukan manusia terhadap lingkungan hidup menjadi lingkungan terbangun seperti lapangan, pertanian dan permukiman (UU penataan ruang No 26/2007).

Salah satu media untuk menginformasikan informasi geospasial untuk tata guna lahan ialah peta Orthofoto. Peta Orthofoto dapat di hasilkan dari pemotretan foto udara yaitu Fotogrametri. Fotogrametri merupakan seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam (Wolf, 1993).

Dalam peta Orthofoto diperlukan informasi akurasi ketelitian untuk menunjang pengolahan tata guna lahan. Menurut Badan Informasi Geospasial (BIG) Informasi akurasi ketelitian diperlukan untuk menjaga hak dan kewajiban di tingkat internasional (antar negara), di tingkat nasional (antar pemerintah daerah) hingga tingkat lokal (antar desa). Penelitian informasi ketelitian peta Orthofoto sangat penting untuk mendapatkan informasi geospasial yang akurat dan harus dilakukan dengan waktu yang singkat (Rakkornas 2014). Salah satu metode akuisisi data spasial yang cepat dan memiliki tingkat akurasi ketelitian adalah metode fotogrametri menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV)).

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan wahana untuk membuat peta Orthofoto menggunakan media tanpa awak atau dikontrol manusia dari jarak jauh tanpa bersentuhan langsung dengan badan wahana pemotretan udara tersebut.

UAV dapat digunakan untuk pemetaan kecamatan karena mampu mengambil gambar kenampakan permukaan bumi sesuai dengan skala yang dikehendaki untuk peta kecamatan, di mana skala yang dikehendaki yaitu skala detail 1:1.000. Caranya yaitu dengan mengatur ketinggian terbang dan fokus kamera. Dengan skala kecil tersebut, maka pemetaan tingkat kecamatan akan mampu memuat informasi spasial yang detail dan sesuai dengan kaidah pemetaan skala detail berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) menurut badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI.

Bahan yang menjadi sorotan penulis adalah seberapa baiknya akurasi peta Orthofoto kecamatan purworejo dengan UAV menurut SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI untuk pembuatan data peta Orthofoto kecamatan purworejo untuk tata guna lahan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah ketelitian peta ortofoto di kecamatan purworejo dengan metode UAV sesuai menurut SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI?
2. Berapa akurasi ketelitian peta orthofoto di daerah kecamatan purworejo menggunakan UAV untuk tata guna lahan?

### 1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan uji akurasi ketelitian peta orthofoto di kecamatan purworejo menggunakan UAV untuk tutupan lahan berdasarkan

SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI untuk tata guna lahan.

2. Mengetahui tingkat akurasi peta orthofoto di kecamatan purworejo menggunakan UAV untuk tata guna lahan berdasarkan SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk Menginformasikan tingkat akurasi peta orthofoto di kecamatan purworejo dengan pengukuran UAV terhadap SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI untuk tata guna lahan..

#### 1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian tersebut ialah :

1. Peta Orthofoto dilakukan dengan kamera metrik Phase One pada Pesawat Survey Cessna Nimbus VTOL V2 dengan GSD 7 cm dan tinggi terbang 750 cm.
2. Data Peta orthofoto UAV berupa kordinat UTM 49S dengan datum WGS84 dan Data DSM berupa kordinat Point Cloud untuk pengganti ikatan pada Mozaik Foto.
3. Metode pengambilan data ketelitian dilakukan pada 6 polygob sample tata guna lahan berdasarkan jenis permukaan yaitu sungai, sawah dan Lahan Kosong.
4. Titik sampel ketelitian kordinat diambil dari perhitungan Kerangka Kontrol Horizontal dan Pengukuran beda tinggi Trigonometrik yang di uji di lapangan menggunakan metode terestris total station yang sudah memenuhi tor pengukuran SNI BIG.
5. Titik sampel koreksi pada peta orthofoto diambil dari acuan titik Profil yang di ambil secara random sampling pada pengukuran terestris trigonometrik.
6. akurasi ketelitian data peta orthofoto fotogrametri UAV untuk tata guna lahan berdasarkan SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014.
7. kelayakan akurasi ketelitian data peta Orthofoto fotogrametri terhadap hasil pengukuran dilapangan metode terestris menggunakan total station berdasarkan SNI Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Tata Guna Lahan

Tata guna Lahan (Land Use)

Menurut Barret dan Curtis pada (Sanjaya, 2006), Land Cover (Tutupan Lahan) adalah kenampakan alamiah bumi seperti vegetasi, salju, hutan dan sebagainya. Sedangkan Land Use (Tata Guna Lahan) adalah kenampakan bumi hasil aktivitas manusia, seperti sawah, ladang, bangunan dan sebagainya. Dari definisi tersebut dapat dipahami bahwa Land Use mengacu pada kenampakan bumi atau tutupan lahan bumi yang digunakan untuk aktivitas manusia, sedangkan Land Cover mengacu pada kenampakan alamiah bumi tanpa adanya aktivitas manusia (Muttaqin, 2008). Tata guna lahan di klasifikasikan berdasarkan Jenis Permukaan terbagi sebagai Berikut ;

a. Sawah

Menurut para ahli pengertian sawah adalah usaha pertanian yang dilaksanakan pada tanah basa dan memerlukan air untuk irigasi. Jenis tanaman yang terutama untuk pertanian sawah adalah padi. Dalam bersawah, pengolahan lahan dilakukan secara intensif dan merupakan pertanian menetap. Sawah sangat bermanfaat bagi manusia karna tanpa sawah maka padi dan sejenisnya tidak akan kita makan, dimana kita tahu semua bahwa padi merupakan makanan khas di berbagai negara (Jensen dkk 1965 dalam Hermantoro 2005)



Gambar 2.1 Tampak sawah dari peta Orthofoto

b. Sungai irigasi

Pengertian sungai irigasi adalah air yang secara alamiah ataupun buatan mengalir untuk kepentingan pertanian. Sungai irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi rawa. Semua proses kehidupan dan kejadian di dalam tanah yang merupakan tempat media pertumbuhan tanaman hanya dapat terjadi apabila ada air, baik bertindak sebagai pelaku (subjek) atau air sebagai media (objek). Proses-proses utama yang menciptakan kesuburan tanah atau sebaliknya yang mendorong degradasi tanah hanya dapat berlangsung apabila terdapat kehadiran air. Oleh karena itu, tepat kalau dikatakan air merupakan sumber kehidupan (Syarifudin 2000) .



Gambar 2.2 Tampak Sungai irigasi pada peta Orthofoto

c. Lahan Kosong / Tegalan

Lahan Kosong atau Tegalan merupakan sebuah lahan kosong yang biasanya ada di depan bangunan dan biasa di gunakan untuk aktifitas kebutuhan manusia seperti bermain, olah raga, dan lain lain (Sandi 1985).



Gambar 2.3 Tampak Lahan Kosong pada peta Orthofoto

### 2.2. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

UAV adalah terminologi dari Unmanned Aerial Vehicle atau pesawat tanpa awak, dikenal juga dengan sebutan drone. Penerbangan UAV dapat dikontrol secara autonomous oleh komputer didalamnya (autopilot), semi-autonomous, atau dikendalikan dengan remote kontrol oleh seorang navigator atau pilot diatas tanah. UAV dapat terbang rendah dengan ketinggian dibawah awan.

Tinggi terbang UAV dapat diatur sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. UAV juga dapat dimanfaatkan untuk misi yang berbahaya jika dilakukan oleh pesawat udara berawak. Kelebihan UAV untuk keperluan fotogrametri dibandingkan dengan pesawat berawak adalah harganya lebih murah,

Biaya operasinya lebih murah, ukurannya yang lebih kecil dan dapat dibongkar-pasang sehingga dapat memudahkan untuk mobilisasi. Pada UAV tidak terdapat awak pesawat sehingga

UAV dapat terbang diatas daerah yang berbahaya, misalnya area volcanik, tanpa membahayakan awak pesawat Ada berbagai macam tipe UAV, dilihat dari material penyusun, jenis sayap dan struktur badan, daya jelajah, serta tenaga penggerak. Material penyusun UAV dapat berupa kayu, besi, ataupun sterofoam (Eisenbei, 2009).



Gambar 2.4 Contoh wahana UAV, Pesawat Survei Cessna Nimbus VTOL V2 (avioninsurance Dokumentasi)

### 2.3. Abrasi

Dalam usaha mengetahui hasil analisis pemetaan menggunakan wahana UAV pada area luas tergolong dalam skala peta tertentu dan pada kelas tertentu, maka digunakan acuan ketelitian peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang dikeluarkan melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI, sebagaimana diuraikan pada Kelas Ketelitian Peta Rupa Bumi oleh BIG

No.	Skala	Interval kontur (m)	Ketelitian Peta Rupa Bumi					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertical (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertical (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertical (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	200	200	300	300	500	500
2	1:500.000	200	100	100	150	150	250	250
3	1:250.000	100	50	50	75	75	125	125
4	1:100.000	40	20	20	30	30	50	50
5	1:50.000	20	20	20	15	15	25	25
6	1:25.000	10	5	5	7.5	7.5	12.5	12.5
7	1:10.000	4	2	2	3	3	5	5
8	1:5.000	2	1	1	1.5	1.5	2.5	2.5
9	1:2.500	1	0.5	0.5	0.75	0.75	1.25	1.25
10	1:1.000	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5

Nilai Ketelitian disetiap kelas mengikuti Tabel dibawah mengacu pada ketelitian horisontal dan vertikal maka dapat ditentukan kelas ketelitian peta rupa bumi. Tabel nilai ketelitian Peta RBI oleh BIG

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0.2mm x bilangan skala	0.3 mm x bilangan skala	0.5 mm x bilangan skala
Vertikal	0.5x interval skala	1.5 x ketelitian kelas 1	2.5 x ketelitian kelas 1

Nilai ketelitian pada tabel diatas adalah nilai Circual Error (CE) 90 untuk ketelitian horisontal dan Linear Error (LE) 90 untuk ketelitian vertikal. Berdasarkan USNMAS (United States National Map Accuracy Standards) nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh mengikuti persamaan 23 dan 24 dengan mengacu kepada standar sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz$$

Keterangan :

RMSEr : Root Mean Square Error pada posisi x dan y (horisontal)

RMSEz : Root Mean Square Error pada posisi z (vertikal)

Uji ketelitian posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan 90% CE dan LE. Jika hendak dilakukan uji ketelitian posisi maka suatu objek harus memenuhi syarat sebagai berikut :

Dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan diuji.

Merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat.

Memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji.

Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X,Y,Z) antara ICP pada ortomosaik dan DTM dengan ICP hasil ukuran Total station serta watepass. Pada pemetaan tiga dimensi yang perlu diperhitungkan adalah selisih koordinat (X,Y,Z) ICP pada ortomosaik dan ICP hasil ukuran langsung. Analisis kualitas posisi menggunakan Root Mean Square Error (RMSe). RMSe digunakan untuk menggambarkan kualitas posisi meliputi kesalahan random dan sistematis. Nilai RMSe diperoleh melalui persamaan 25, persamaan 26 dan persamaan 27.

$$RMSEr = \sqrt{\frac{\sum((\Delta_r)^2)}{n}}$$

$$(\Delta_r)^2 = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$RMSEz = \sqrt{\frac{\sum((z_{data} - z_{cek})^2)}{n}}$$

Keterangan :

n = Jumlah total pengecekan pada peta

$\Delta r$  = Nilai selisih jarak antara koordinat lapangan dengan koordinat peta Othofoto

$\Delta x$  = Nilai selisih koordinat pada sumbu X

$\Delta y$  = Nilai selisih koordinat pada sumbu Y

z = Nilai koordinat pada sumbu Z 4

Nilai CE90 dan LE90 kemudian dihitung dengan persamaan 2.26 dan 2.27 kemudian nilai CE90 dan LE90 akan disesuaikan dengan kelas peta pada skala yang dipilih.

1994).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

**3.1.1. Waktu penelitian:** Dalam Melakukan Penelitian Penulis telah menyiapkan Manajemen waktu dan jadwal penelitian karena penelitian merupakan sebuah proyek yang dilakukan bersama PT.Waindo Spectra dan Badan Informasi Geospasial.

NO	Kegiatan	2018				2019								
		Agu	Sep	Okt	Nov	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep
1	Persiapan													
2	Orientasi Lapangan													
3	Pembuatan Proposal Skripsi													
4	Pengambilan data foto													
5	Pengambilan Data Koreksi													
6	Seminar Proposal													
8	Ujian Komprehensif													
9	Pengolahan data													
10	Seminar Hasil Skripsi													
11	Yudisium													
12	Wisuda													

Waktu dan Jadwal Penelitian

**3.1.2. Lokasi Penelitian:** Kecamatan Purworejo adalah sebuah kecamatan yang juga merupakan pusat pemerintahan (ibu kota) Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Wilayah Administratif Kecamatan Purworejo terdiri dari 14 (empat belas) Kelurahan dan 11 (sebelas) Desa. Secara Geografis, walau berlokasi di ibu kota Kabupaten Purworejo, wilayah Kecamatan Purworejo sebagian wilayah merupakan perbukitan dan sungai.



Peta Administratif Purworejo

### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun perangkat keras (hardware) yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri atas :

1. Pesawat Survey Cessna (1 buah)
2. Kamera metric Phase One (1 Buah)
3. Data Kontrol untuk UAV (1 Buah)
4. Total station (1 Buah)
5. Prisma Pole (1 buah)
6. Statif 2 (2 Buah)
7. Prisma Standar (1 Buah)
8. Rambu Ukur (1 Buah)
9. Pita Ukur (1 Buah)
10. GPS Hendled (1 Buah)
11. Sepatu Boot (5 Buah)
12. Peta Administratif daerah kabupaten Purworejo (1 Buah)
13. Peta RBI skala 1:25.000 1408-142 daerah Kutoarjo (1 Buah)

14. Seperangkat laptop Asus Core I7 3.58 Ghz RAM 8GB (1 buah)

15. Laris Pc Core I7 Rakitan Utk Multimedia High Spech (1 Buah)

16. Alat tulis (1 Buah)

17. Papan Jalan (1 Buah)

Adapun perangkat keras (Software) yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri atas :

1. Microsoft Excel 2013 untuk pengisian atribut tabel dari formulir isian basis data.
2. Microsoft word 2013 untuk melakukan penulisan hasil laporan
3. Global Mapper untuk Penentuan titik Uji Peta
4. Trimble inpho untuk pembuatan orthofoto Foto
5. Terrasolid untuk pengolahan data DSM
6. ArcGIS 10.5 untuk editing data spasial dan **layouting**.

### 3.3. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan Pekerjaan adalah langkah langkah yang akan di kerjakan untuk meneliti akurasi elevasi peta Orthofoto ragam permukaan.

#### A. Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal dalam pelaksanaan penelitian ini. Tahapan persiapan berupa perencanaan persebaran titik ICP dilakukan dengan software Google Earth dimana telah ditentukan lokasi penelitian ketelitian akurasi peta orthofoto.

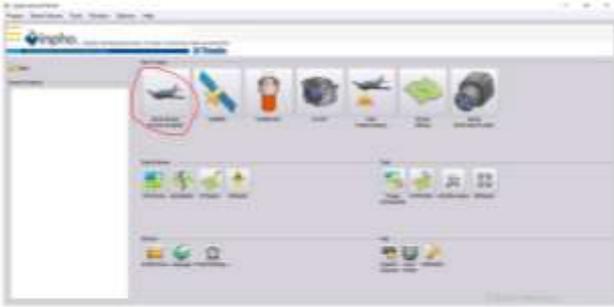
#### B. Pengambilan dan pengolahan data

Pengambilan dan pengolahan data di terdiri dari

- a) Pemotretan foto udara menggunakan Pesawat UAV dengan Pesawat Survey Cessna Dilengkapi dengan kamera Phase One.
- b) Pengolahan data orthofoto dengan Trimble inpho

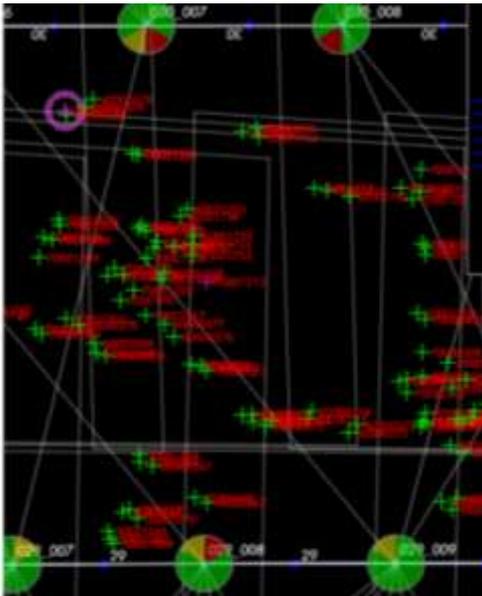
- Alignment

Alignment Merupakan tahapan awal pengolahan foto udara yaitu untuk membentuk mosaik foto. Menggunakan prinsip match maching dimana untuk pembuatan mosaik foto akan di ekstrak key point yang merupakan titik – titik pixel dari foto, key point ini kemudian dipilih untuk menjadi tie point yang berada pada area overlap antar foto udara yang berdekatan, sehingga terbentuk susunan foto yang saling bertampalan. Berikut langkah langkah dalam melakukan aligment peta foto pada Trimble inpho.



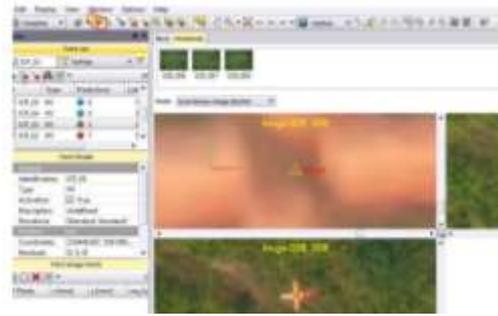
Screenshot home dari trimble inpho

- Pembuatan Mozaik Struktur for Motion  
 Klasifikasi Mozaik Struktur for motion merupakan usaha untuk memperbaiki komponen ICP guna membentuk Mozaik Surface Digital model, dalam penerapannya dapat dilakukan metode otomatis untuk memperbaiki nilai ICP yang belum baik, dalam pembuatannya dilakukan pengecekan ICP agar terbentuk mozaik struktur for motion untuk mengetahui ikatan antar foto sudah baik dalam Trimble inpho proses tersebut dinamakan Match - AT.



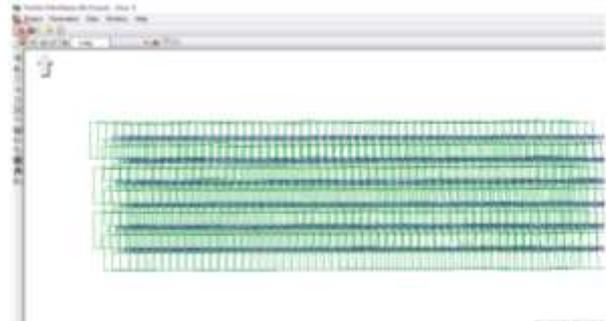
Screenshot mengecek ikatan antar foto pada Trimble inpho

Perhatikan lingkaran join sector, apabila berwarna hijau maka ikatan antar foto sudah baik, apabila berwarna kuning maka ikatan antar foto masih kurang baik, dan apabila ikatan berwarna merah maka tidak terdapat ikatan antar foto. Kemudian zoom-in, dan apabila ada bagian yang masih berwarna merah, maka pilih salah satu titiknya kemudian diklik dua kali pada layer points.



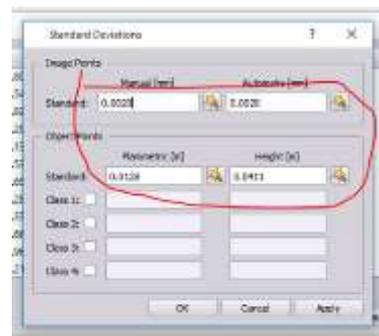
Screenshot Trimble inpho dalam pengecekan ICP yang sudah baik atau belum

Lakukan pengecekan ICP dengan mengganti nilai EO seperti melakukan proses alignment, jangan lupa ubah nilai St.Dev kedalam default. Kemudian lakukan kembali proses postprocessing. Kemudian cek kembali hingga benar. lakukan hal tersebut sampai daerah ICP berwarna Hijau atau nilai ICP antar foto benar semua.



Screenshot struktur mosaik untuk peta orthofoto

- Pengecekan Standar Deviasi  
 Pengukuran ICP menghasilkan beberapa koordinat dimana titik digunakan untuk menguji akurasi peta orthofoto. Hasil koordinat titik ICP diproyeksikan dalam Datum WGS84 titik koordinat ICP diperlihatkan dalam format latitude, longitude dan height dengan datum WGS84. Titik koordinat ICP memiliki elips kesalahan yang dapat diketahui, nilai kesalahan sudah yaitu menunjukkan kesalahan Standar Deviasi antara data UAV dan Data Kontrol GCP, sehingga ini layak untuk dilanjutkan ke tahapan berikutnya.



Pengecekan Standar Deviasi pada Trimble inpho

- Pembuatan Peta orthofoto

Pembuatan orthofoto dilakukan dengan memasukan data mosaik foto baik dengan nilai Standar Deviasi yang sudah baik pada menu orthomaster pada trimble impho kemudian ubah nilai overlap 60 persen dan centang not overwriting Kemudian import height models, Ascii XYZ, kemudian masukan nilai DTM sampai selesai Kemudian klik manage process, maka akan muncul tabel processing options. Pilih tempat penyimpanan ouput directory. Pilih BigTIFF pada output image format. Dan pilih world file pada output georeference. format. Lalu klik close and process.



Export Peta Orthofoto

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Hasil Pemotretan

Foto udara didapatkan dengan menggunakan wahana Pesawat Survey Cessna yang di lengkapi dengan kamera Phase One. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan pola grid dengan tinggi terbang 750 meter. Foto yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 2523 foto secara aerial dan GCP dari Point Cloud DSM untuk pengikatan titik kontrol geometri.



Contoh Hasil foto menggunakan kamera Phase One

##### 4.2 Hasil Pemotretan

Hasil koordinat Poligon tertutup yang akan digunakan untuk GCP dan ICP dari pengukuran lapangan menggunakan *Total station* seperti Tabel di bawah ini:

Tabel Koordinat GCP hasil Pengamatan (Koordinat *total station*)

No.	X (m)	Y (m)	Z (m)	Kode
1	388711.280	9148248.237	11.912	SW1.1
2	388741.017	9148178.118	14.117	SW1.2
3	388714.495	9148417.219	14.728	SW1.3
4	388548.987	9148548.319	12.371	SW2.1
5	388540.011	9148318.841	12.803	SW 2.2
6	388348.718	9148394.837	12.711	SW 2.3
7	388333.496	9148238.813	12.182	SW 1.1
8	388344.121	9148281.144	11.918	SW 1.2
9	388372.088	9148219.909	11.860	SW 1.3
10	388716.846	9148216.188	11.202	SW 2.1
11	388716.867	9148222.877	14.711	SW 2.2
12	388701.831	9148236.913	14.711	SW 2.3
13	388331.174	9148304.102	12.330	TL 1.1
14	388294.961	9143988.094	12.372	TL 1.2
15	388301.060	9148311.111	12.376	TL 1.3
16	388448.390	9148178.467	11.413	TL 2.1
17	388467.111	9148381.467	11.477	TL 2.2
18	388478.081	9148171.301	11.305	TL 2.3

Pada hasil tersebut Titik GCP terdapat 18 Titik yang sudah tersebar merata sepanjang daerah pengujian dengan jarak setiap titik lebih dari 5 sampai 15 meter. Sedangkan Titik ICP di lakukan pada interpretasi citra pada daerah pengujian peta orthofoto dan Titik poligon diambil dari perhitungan KKV Setiap polygon dilapangan.

Tabel Koodinat ICP Hasil Pengamatan (Koordinat Orthofoto)

No.	X (m)	Y (m)	Z (m)	Kode
1	388711.280	9148248.237	11.912	SW1.1
2	388741.017	9148178.118	14.117	SW1.2
3	388714.495	9148417.217	14.728	SW1.3
4	388548.988	9148548.318	12.371	SW2.1
5	388538.887	9148318.842	12.803	SW 2.2
6	388348.718	9148394.834	12.711	SW 2.3
7	388333.497	9148238.812	12.182	SW 1.1
8	388344.120	9148281.142	11.918	SW 1.2
9	388372.088	9148219.911	11.860	SW 1.3
10	388716.846	9148216.170	11.202	SW 2.1
11	388716.846	9148222.830	14.701	SW 2.2
12	388701.841	9148236.891	14.711	SW 2.3
13	388331.173	9148304.104	12.330	TL 1.1
14	388294.963	9143988.093	12.372	TL 1.2
15	388301.060	9148311.111	12.376	TL 1.3
16	388448.390	9148178.467	11.413	TL 2.1
17	388467.111	9148381.467	11.477	TL 2.2
18	388478.081	9148171.301	11.305	TL 2.3

##### 4.3 Uji Ketelitian Orthofoto

Kualitas posisi horisontal yang didapatkan dengan perbandingan ICP hasil ukuran Total station dan ICP hasil ortomosaik dengan Software trimble impho serta kualitas posisi vertikal yang didapatkan dengan perbandingan ICP hasil ukuran trigonometrik total station dan ICP hasil DTM dengan software global mapper. Tahap analisis ketelitian horisontal dilakukan dengan formulir uji ketelitian menurut peraturan kepala BIG No 14 tahun 2015, Formulir uji ketelitian horisontal dengan

perbandingan ICP hasil ukuran Total station dengan ICP pada ortomosaik dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel Formulir uji ketelitian horizontal (UTM 49S)

No	Kode	GCP (T)		ICP (Foto)		dx	dy
		X	Y	X	Y		
SW 1.1	388751.590	9146349.357	388751.582	9146349.250	-0.002	0.001	
SW 1.2	388741.017	9146378.258	388741.028	9146378.561	0.001	-0.003	
SW 1.3	388754.001	9146417.219	388754.490	9146417.217	0.001	0.002	
SW 2.1	388549.907	9146340.359	388549.988	9146340.358	0.001	0.001	
SW 2.2	388540.001	9146338.843	388539.987	9146338.842	0.004	0.001	
SW 2.3	388548.718	9146394.937	388548.715	9146394.834	0.001	0.001	
SO 1.1	388535.498	9146250.813	388535.487	9146250.812	0.001	0.001	
SO 1.2	388544.171	9146283.584	388544.179	9146283.562	-0.004	0.002	
SO 1.4	388572.080	9146259.909	388572.088	9146259.915	-0.002	-0.004	
SO 3.1	388733.646	9146216.580	388733.650	9146216.571	-0.004	-0.005	
SO 2.2	388716.867	9146222.677	388716.866	9146222.651	0.002	0.004	
SO 2.3	388701.810	9146236.915	388701.841	9146236.895	-0.012	0.020	
TL 1.1	388335.374	9146094.502	388335.373	9146094.504	0.001	-0.002	
TL 1.2	388294.963	9145988.094	388294.963	9145988.095	-0.002	0.001	
TL 1.3	388301.061	9146033.314	388301.060	9146033.313	-0.001	0.001	
TL 2.1	388446.292	9146178.408	388446.290	9146178.407	0.002	-0.001	
TL 2.2	388467.513	9146195.408	388467.512	9146195.407	0.001	0.001	
TL 2.3	388476.680	9146173.304	388476.681	9146173.305	-0.001	-0.001	
Jumlah						-0.037	0.062
RMSEr (m)						0.123	
CE90 = 1.5175 x RMSEr (m)						0.187	

Dari Tabel diatas dapat diketahui koordinat ICP ukuran TS dibandingkan dengan koordinat ICP dari Foto. Pada tabel tersebut didapatkan Total ICP adaah 18 titik, Mengacu persamaan 2.1 sehingga RMSEr (horisontal) dari Tabel 4.5 sebesar 0.123 m. Kemudian dilakukan penghitungan CE90 dengan mengacu pada persamaan 2.1, maka didapatkan CE90 sebesar 0.187 m, Dari hasil CE90 yang didapatkan dan mengacu pada Tabel 2.1 terkait kelas ketelitian peta rupa bumi BIG maka ketelitian horisontal pemetaan menggunakan wahana UAV dengan area luas ini dapat digolongkan pada skala 1:1.000 pada kelas 1. Mengacu pada Tabel 2.2 terkait ketelitian geometri berdasarkan kelas maka didapatkan standar ketelitian horisontal sebesar 0.2 mm x 1,000 yaitu 200 mm atau 0.20 meter.

Kemudian dilakukan tahap analisis ketelitian vertikal dengan formulir uji ketelitian menurut peraturan kepala BIG No 14 tahun 2015. Formulir uji ketelitian vertikal dengan perbandingan ICP hasil ukuran Trigonometrik total station dengan ICP pada DTM dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel dibawah Formulir uji ketelitian vertikal

No	Kode	GCP (T)		Z (m)	Z (Foto)	dz	
		X	Y				
SW 1.1	388751.590	9146349.357	388751.582	9146349.250	-0.002	0.001	
SW 1.2	388741.017	9146378.258	388741.028	9146378.561	0.001	-0.003	
SW 1.3	388754.001	9146417.219	388754.490	9146417.217	0.001	0.002	
SW 2.1	388549.907	9146340.359	388549.988	9146340.358	0.001	0.001	
SW 2.2	388540.001	9146338.843	388539.987	9146338.842	0.004	0.001	
SW 2.3	388548.718	9146394.937	388548.715	9146394.834	0.001	0.001	
SO 1.1	388535.498	9146250.813	388535.487	9146250.812	0.001	0.001	
SO 1.2	388544.171	9146283.584	388544.179	9146283.562	-0.004	0.002	
SO 1.4	388572.080	9146259.909	388572.088	9146259.915	-0.002	-0.004	
SO 3.1	388733.646	9146216.580	388733.650	9146216.571	-0.004	-0.005	
SO 2.2	388716.867	9146222.677	388716.866	9146222.651	0.002	0.004	
SO 2.3	388701.810	9146236.915	388701.841	9146236.895	-0.012	0.020	
TL 1.1	388335.374	9146094.502	388335.373	9146094.504	0.001	-0.002	
TL 1.2	388294.963	9145988.094	388294.963	9145988.095	-0.002	0.001	
TL 1.3	388301.061	9146033.314	388301.060	9146033.313	-0.001	0.001	
TL 2.1	388446.292	9146178.408	388446.290	9146178.407	0.002	-0.001	
TL 2.2	388467.513	9146195.408	388467.512	9146195.407	0.001	0.001	
TL 2.3	388476.680	9146173.304	388476.681	9146173.305	-0.001	-0.001	
Jumlah						-0.037	0.062
RMSEr (m)						0.123	
CE90 = 1.5175 x RMSEr (m)						0.187	

Dari Tabel diatas dapat diketahui koordinat Z ICP ukuran Trigonometrik totalstition dibandingkan dengan koordinat z ICP dari Foto. Tabel tersebut dapat diketahui bahwa mengacu pada persamaan 2.1, maka didapatkan RMSEz (vertical) sebesar 0.169 m.

Kemudian dilakukan penghitung LE90 dengan mengacu pada persamaan 2.1, maka didapatkan LE90 sebesar 0.169 m. Dari hasil LE90 yang didapatkan dan mengacu pada Tabel 2.1 terkait kelas ketelitian peta rupa bumi BIG maka ketelitian vertikal pemetaan menggunakan wahana UAV dengan area luas ini dapat digolongkan pada skala 1:1000 pada kelas 1. Mengacu pada Tabel 2.2 terkait ketelitian geometri berdasarkan

kelas maka didapatkan standar ketelitian vertikal sebesar 0.5 x 0.4 m yaitu 0.2 meter.

Dengan hasil diatas maka dapat diketahui CE90 sebesar 0.187 m dan LE90 sebesar 0.169 m , dengan hasil CE90 dan LE90 yang telah didapatkan mengacu pada Tabel 2.1 maka hasil horzontal pemetaan menggunakan wahana UAV tergolong dalam skala 1:1000 pada kelas 1 dan hasil vertikal pemetaan menggunakan wahana UAV tergolong dalam skala 1:1000 pada kelas 1. Sehingga menurut Tabel 2.2 terkait ketelitian geometri berdasarkan kelas maka didapatkan standar ketelitian horisontal pada kelas 1 sebesar 0.2 mm x 1,000 yaitu 200 mm atau 0.2 meter dan Standar ketelitian vertikal pada kelas 1 sebesar 0.5 x 0.4 m yaitu 0.2 meter.

4,4 Tabel Sawah bagian 1 (SW1)

No	Kode	d. Sudut (S. 0)	d. Sudut (Y. 0)	d. Sudut (D)	d. Elevasi (M)
1	SW 1.1	0.002	0.004	0.002	0.014
2	ST1	-0.001	-0.004	0.011	0.002
3	ST2	0.002	0.004	0.004	0.004
4	SW 1.2	-0.001	-0.002	0.001	0.011
5	ST3	-0.004	-0.002	0.008	0.003
6	ST4	0.002	-0.002	0.014	0.008
7	SW 1.3	0.003	0.002	0.012	0.004
8	ST5	-0.001	0.001	0.008	0.002
9	ST6	-0.003	0.002	0.012	0.002
10	ST7	0.003	0.001	0.008	0.002
11	SW 1.3	-0.002	0.001	0.002	0.014
Jumlah		-0.006	0.006	0.041	0.047
Stat. Stat.		-0.0002	0.0008	0.00049	0.00079
RMSEr		0.0475		RMSEz	0.1134
CE90		0.0718		LE90	0.1702

4,5 Tabel Sawah bagian 2 (SW2)

No	Kode	d. Sudut (S. 0)	d. Sudut (Y. 0)	d. Sudut (D)	d. Elevasi (M)
1	SW 1.1	0.004	0.001	0.006	0.017
2	ST1	-0.002	0.004	-0.011	0.001
3	ST2	-0.001	0.004	-0.002	-0.011
4	SW 1.2	0.003	0.001	-0.011	0.002
5	ST3	0.002	0.001	-0.007	0.008
6	ST4	-0.001	0.001	0.001	-0.001
7	ST5	-0.001	-0.004	-0.007	-0.004
8	SW 1.3	0.004	0.001	-0.011	0.004
9	ST6	0.001	0.002	0.008	-0.002
10	ST7	0.001	0.001	0.008	-0.011
11	ST8	-0.001	0.001	0.001	0.001
12	SW 1.3	0.004	0.001	0.011	0.011
Jumlah		-0.002	0.002	0.007	0.002
Stat. Stat.		-0.0007	0.00003	0.00004	0.00001
RMSEr		0.0198		RMSEz	0.1134
CE90		0.0311		LE90	0.1702

4,6 Tabel Sungai bagian 1 (SU1)

No	Kode	d. Sudut (S. 0)	d. Sudut (Y. 0)	d. Sudut (D)	d. Elevasi (M)
1	SW 1.1	0.002	0.004	0.004	0.014
2	ST1	-0.001	-0.004	0.011	0.002
3	SW 1.2	-0.001	-0.002	-0.001	-0.011
4	ST2	-0.004	-0.002	0.002	-0.010
5	ST3	0.002	-0.002	0.014	0.008
6	ST4	0.001	-0.001	0.008	-0.001
7	SW 1.3	-0.002	-0.001	0.001	0.011
8	ST5	0.004	0.002	0.014	0.007
9	ST6	-0.002	-0.002	-0.002	0.001
10	SW 1.1	0.001	0.001	0.002	0.011
Jumlah		-0.001	-0.002	0.001	0.007
Stat. Stat.		-0.0002	-0.0008	0.00049	0.00079
RMSEr		0.0017		RMSEz	0.1134
CE90		0.0027		LE90	0.1702

4,7 Tabel Sungai bagian 2 (SU2)

No	Kode	Δ Koreksi X (m)	Δ Koreksi Y (m)	Δ Jarak (M)	Δ Elevasi (M)
1	SU 2.1	-0.004	-0.001	0	-0.001
2	ST02	-0.004	-0.007	-0.002	-0.003
3	SU 2.2	0.021	0.040	0.004	-0.001
4	ST03	-0.003	-0.008	0.004	0.001
5	ST04	-0.009	-0.009	0.002	0.002
6	SU 2.3	-0.011	0.020	0.002	-0.001
7	ST05	-0.011	-0.011	0.002	-0.003
8	ST06	-0.008	-0.007	0.004	-0.001
9	SU 2.4	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002
Jumlah		-0.040	0.022	0.004	-0.009
Rata Rata		-0.005	0.003	0.004	-0.001
RMSEr		0.1294		RMSEz	0.0113
CE90		0.1970		LE90	0.0084

4,8 Tabel Tegalan bagian 1 (TL1)

No	Kode	Δ Koreksi X (m)	Δ Koreksi Y (m)	Δ Jarak (M)	Δ Elevasi (M)
1	TL 1.1	0.001	0.002	0.000	0.000
2	ST01	0.001	0.002	0.002	0.003
3	ST02	0.003	0.004	0.002	0.002
4	ST04	0.002	0.004	0.003	0.003
5	TL 1.2	0.002	0.001	0.002	0.001
6	ST03	0.004	0.002	0.003	0.002
7	ST05	0.004	0.003	0.003	0.002
8	ST06	0.004	0.003	0.003	0.002
9	TL 1.3	0.001	0.001	0.002	0.001
10	ST07	0.003	0.001	0.003	0.002
11	ST08	0.004	0.003	0.004	0.003
12	ST09	0.003	0.004	0.003	0.003
13	TL 1.4	0.001	0.002	0.004	0.000
Jumlah		-0.020	-0.003	-0.004	-0.014
Rata Rata		-0.002	-0.001	-0.004	-0.001
RMSEr		0.0412		RMSEz	0.0027
CE90		0.1283		LE90	0.1028

4,9 Tabel Tegalan bagian 2 (TL2)

No	Kode	Δ Koreksi X (m)	Δ Koreksi Y (m)	Δ Jarak (M)	Δ Elevasi (M)
1	TL 2.1	0.004	0.001	0.000	-0.001
2	ST06	0.004	0.001	0.003	-0.002
3	ST05	-0.001	-0.002	0.000	-0.001
4	TL 2.2	-0.008	0.002	0.000	0.001
5	ST04	-0.001	-0.001	-0.001	0.001
6	ST06	-0.004	0.004	0.000	0.001
7	TL 2.3	-0.002	-0.000	0.001	0.002
8	ST06	-0.004	0.000	0.001	0.002
9	ST06	0.004	0.000	0.001	-0.000
10	TL 2.4	0.001	0.001	0.002	0.000
Jumlah		0.007	0.007	0.000	-0.001
Rata Rata		0.001	0.001	0.000	-0.001
RMSEr		0.0119		RMSEz	0.0127
CE90		0.0048		LE90	0.0173

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Kesimpulan

Dari serangkaian penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Pelaksanaan pengukuran telah terlaksana dengan baik dengan terpasang 18 GCP dan 18 ICP tersebar merata, setiap polygon memiliki total jarak sekitar 100 m.. Pengukuran KKH dan

Elevasi telah memenuhi toleransi sehingga dapat digunakan sebagai titik acuan. Pemotretan jalan menggunakan UAV dilakukan dengan ketinggian 750 m sedangkan overlap dan sidelap sebesar 60%. Dan pembuatan Peta Orthofoto menggunakan software Trimble Impho Untuk Orthofoto dan Terrasolid untuk DSM.

2. Terdapat Koreksi KKV dan elevasi pada Ortofoto dan UAV terhadap acuan pengukuran Terestris. Kemudian dari analisis RMSEr KKV adalah 0.123 m dan RMSEz adalah 0.102 m.

3. Analisis nilai CE90 dan LE90 untuk sawah koreksi elevasi terbesar terdapat pada analisis yaitu nilai LE90 sebesar 0.1921 terdapat pada sawah bagian 1, kemudian untuk sungai Korkesi absis dan ordinal terbesar pada analisis kordinat yaitu CE90 sebesar 0.1970 pada sungai bagian 2 namun nilai koreksi cukup besar pada analisis CE90 dan LE90 yaitu sebesar 0.1522 dan 0.1789 terdapat pada sungai bagian 1 di karena daerah tersebut berada disekitar sawah, sedangkan untuk tegalan atau lahan kosong koreksi CE90 dan LE90 dalam kondisi baik yaitu CE90 dan LE90 terbesar adalah 0.1263 dan 0.1028.

4. Berdasarkan nilai CE90 dan LE90 maka pemetaan menggunakan wahana UAV untuk tata guna lahan pada area penelitian memiliki skala horisontal 1:1000 kelas 1 dengan ketelitian 0.2 m dan skala vertikal 1:1000 kelas 1 dengan ketelitian 0.2 m.

### 5,2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah:

1. Sebaiknya dalam pemilihan titik GCP dan ICP dilakukan dalam lebih dari 2 polygon namun berdampak pada peningkatan biaya terhadap pengukuran terestris *total station*
2. Sebaiknya data *Point Cloud* sebelum dilakukan *filtering* harus di cek di pada acuan lapangan menggunakan dilakukan pengecekan yang lebih terukur dan terarah.
3. Pemilihan Lokasi titik GCP dilakukan menyebar secara merata atau tidak terlalu sempit disetiap polygon pada area penelitian untuk memperoleh hasil akurasi yang baik.
4. Pemasangan titik kontrol harus pada area terbuka agar dapat terpotret dan dapat diidentifikasi pada saat pemrosesan dalam penentuan titik GCP pada *software* Trimble Impho.
5. Fotogrametri UAV dapat menjadi alternatif dalam kegiatan untuk analisis dan pembuatan peta tata guna lahan, namun dalam efektifitas area, alat, waktu, dan dana perlu diperhitungkan kembali.

6. Sebaiknya penelitian selanjutnya dalam hal fotogrametri untuk pembuatan profil dilakukan pada area yang lebih besar sehingga dapat di nilai tingkat efektifitasnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Avioninsurance Indonesia. 1999 Surveying Drone Nimbus Vtol V2 <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/aircraft-for-sale-survey-uav-surveillance-uav-drone-mapping-drone-camera-infrared-camera-thermal-60703862447.html>. (Diakses Pada: 21 Maret 2019)
- BSN, Badan Standardisasi Nasional. 2014. *Peta RBI*. SNI 6502.2:20144. Jakarta. Badan Informasi Geospasial.
- BSN, Badan Standardisasi Nasional. 2007. *Tata Guna Lahan*. UU penataan ruang No 26/2007). Jakarta. Badan Perencanaan Tata Ruang.
- Hermantoro. 2005. *Pengembangan Sistem Irigasi Pipa Gerabah Bawah Permukaan pada Lahan Kering*, "Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian".Yogyakarta. Fakultas Geografi UGM, Gedung Pascasarjana UGM.
- Muttaqin Arif. 2008. *Pemanfaatan dan pengelolaan tutupan lahan dan tata guna lahan*. Jakarta: Salemba Medika
- Sandi. 1985. *Pembuatan Peta Orthofoto untuk pengembangan industri geografi*, Skripsi. Bandar Lampung: FKIP UNILA.
- Wolf, P.R. 1981. *Prosesing Mesurement Photogrammetry*. Madison: University of Wisconsin.