

**KAJIAN PERBANDINGAN KALIBRASI KAMERA  
PADA MEDIA ORTHOFOTO *IN THE FLIGHT CALIBRATION*  
DAN *ON LABORATORY CALIBRATION***

**Winda Agustin**

Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang  
winndanda26@gmail.com

**ABSTRAKSI**

Berdasarkan lokasi, kalibrasi kamera dapat dilakukan dengan metode *on laboratory calibration* serta *in the flight calibration*. *On laboratory calibration* dilakukan di laboratorium (*latepost*), sedangkan *In the flight calibration* merupakan teknik penentuan parameter kalibrasi lensa dan kamera yang dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan pemotretan objek.

Melalui penelitian ini dilakukan sebuah analisa dan menguji orthofoto hasil pemotretan foto udara dengan UAV dari metode *In the flight calibration* dan *On laboratory calibration* yang dihasilkan dari pengolahan *software* PCI Geomatica 2012, pada lokasi, konfigurasi pertampalan foto, dan titik uji yang sama.

Melalui serangkaian pemotretan yang dilakukan didapatkan ketelitian yang dihasilkan oleh jarak dan luasan dari metode *in the flight* dan *on laboratory calibration* terhadap pengukuran GPS-RTK memiliki kesalahan satuan centimeter hingga desimeter. Dari besarnya hasil RMSE yang dihasilkan, orthofoto metode *in the flight calibration* lebih efektif digunakan sebagai solusi proses pengolahan data foto udara dengan hasil sebesar 1.5992 m<sup>2</sup>, sedangkan hasil yang ditunjukkan oleh metode *on laboratory calibration* sebesar 8.9727 m<sup>2</sup>. Selain itu, dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa untuk membuat sebuah orthofoto perlu menggunakan foto vertikal dibandingkan foto miring, karena jika tidak akan menghasilkan skala yang beragam seperti pada penelitian.

**Kata Kunci :** Kalibrasi kamera, *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), orthofoto, *in the flight calibration*, *on laboratory calibration*, GPS-RTK, foto miring, foto vertikal

**PENDAHULUAN**

Fotogrametri jarak dekat merupakan teknologi fotogrametri untuk memperoleh informasi terpercaya tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam dengan kamera yang terletak di permukaan bumi (terestris). Istilah fotogrametri jarak dekat diperkenalkan sebagai suatu teknik

fotogrametri dengan jarak antara kamera dengan obyek kurang dari 100 m (Atkinson, 1996).

Aspek penting yang perlu diperhatikan dalam penerapan teknik fotogrametri jarak dekat ini setidaknya menyangkut target yang digunakan, kamera yang digunakan, kalibrasi kamera, jenis pengukuran, sebaran titik kontrol, jaring pengukuran, letak stasiun kamera, banyaknya foto, dan perangkat lunak yang digunakan. Maka dari itu, suatu alat ukur pasti memiliki kesalahan-kesalahan, salah satunya berasal dalam alat itu sendiri yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran atau menjadikan hasil pengukuran menjadi salah. Kesalahan ini sering disebut sebagai kesalahan sistematis atau kesalahan instrumen. Untuk meminimalkan pengaruh sistematis dari kesalahan instrumen, instrumen atau alat ukur yang digunakan harus dikalibrasikan dan hasil pengamatan/pengukuran harus dikoreksi berdasarkan parameter kalibrasi yang didapat (Ingensand dkk, 2003).

Pada penelitian ini, penulis mencoba teknologi alternatif yang relatif lebih murah dan cepat dalam pengoperasiannya, mampu mengukur sejumlah bidang tanah dalam jumlah besar dan waktu yang singkat. Serta mampu memenuhi standart ketelitian pengukuran yang tepat. Selain itu perlu diadakan data pembanding dari penelitian yang dikaji. Perbandingan dilakukan untuk menganalisa posisi titik-titik di lapangan dari hasil pemotreran udara dengan hasil pengukuran GPS-RTK sebagai *true value*.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dalam studi kasus penelitian ini bertempat di Desa Gading Kulon Kecamatan Dau Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. Bahan yang digunakan sebagai data dalam penelitian ini merupakan data digital dan data pengukuran lapangan. Berikut data yang dibutuhkan antara lain:

Tabel 1 Data penelitian

No.	Data	Sumber Data	Jenis Data
1	Data hasil pemotretan UAV	Survei lapangan	Digital, text
2	Data sebaran titik retro/GCP	Survei lapangan	Text
3	Data pengukuran GPS	Survei lapangan	Digital, text
4	Data kalibrasi kamera	Pengaturan kamera	Digital, text

### 1. Tahap Persiapan

Pada tahapan ini dilakukan persiapan menyusun suatu ide berdasarkan maksud dan tujuan penelitian yang disertai dengan daya dukung *software* dan *hardware* yang memadai, serta data penelitian yang mendukung.

### 2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini perlu menyiapkan data yang akan digunakan dan diperlukan dalam penelitian, agar proses pengolahan data dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian dengan melakukan survey lapangan terlebih dahulu untuk memastikan objek yang akan diteliti. Setelah melakukan proses survey, kemudian memulai proses pemasangan alat dan bahan yang akan digunakan untuk proses pengukuran. Proses diawali dengan penyebaran titik-titik retro sesuai bidang yang akan diukur dan dilanjutkan dengan pemotretan foto udara menggunakan UAV serta pengukuran posisi titik-titik retro dengan menggunakan GPS-RTK.

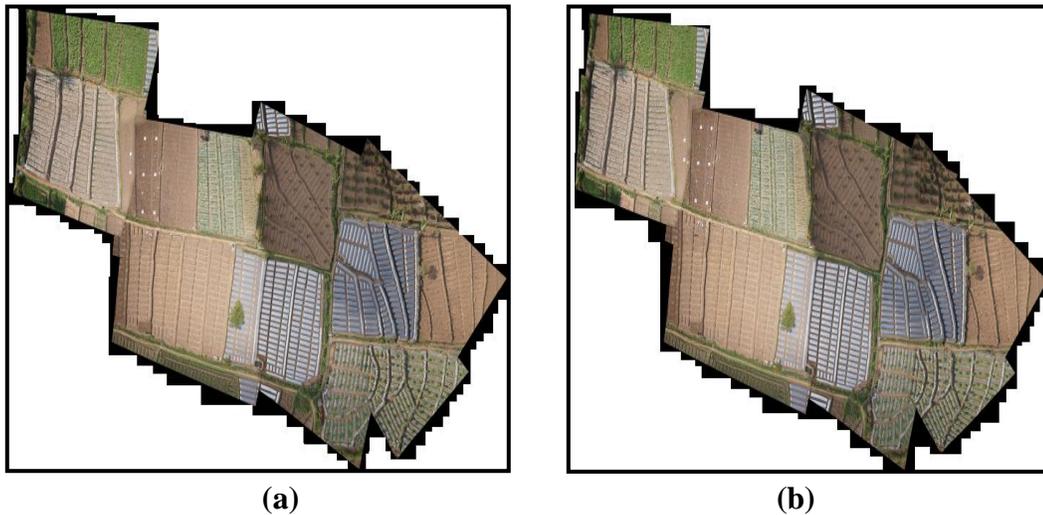
### 3. Tahap Pengolahan Data

Tahapan ini merupakan tahapan pengolahan data yang meliputi proses kalibrasi kamera dengan menggunakan metode *In the flight calibration* dan metode *On laboratory calibration* yang dilakukan menggunakan *software* Australis 6 meliputi proses RO, *space intersection*, *self calibration bundle adjustment*. Proses ortorektifikasi dan pembuatan mosaik orthofoto pada *software* PCI Geomatica 2012, proses digitasi ortofoto pada *software* Autocad 2004, hingga proses perhitungan data-data yang telah dihasilkan dari pengolahan data tersebut seperti data jarak, posisi titik-titik retro, dan luasan bidang titik retro yang diolah pada Microsoft Excel 2007.

## HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

### Data Awal

Hasil pengukuran awal didapatkan berupa sekumpulan/bagian-bagian dari beberapa foto bidang penelitian yang akan disatukan (mosaic foto) agar dapat dilakukan proses-proses perbandingan menggunakan kedua metode kalibrasi kamera yaitu metode *In the flight calibration* dan metode *On laboratory calibration*. Berikut adalah hasil orthofoto dari kedua metode:



(a) Hasil orthofoto citra dengan metode *In the Flight Calibration*  
(b) Hasil orthofoto citra dengan metode *On the Laboratory Calibration*

### Perbandingan

#### 1. Perbandingan Posisi Titik Retro

Berdasarkan data perbandingan posisi planimetris titik retro adalah sebagai berikut :

- a. Total RMSE yang didapatkan dari perbandingan titik retro metode *in the flight calibration* dengan pengukuran GPS-RTK adalah 0.04310925 m, sedangkan dari perbandingan titik retro metode *on laboratory calibration* dengan pengukuran GPS-RTK adalah 0.04357475 m.
- b. Hasil RMSE paling besar dari metode *in the flight calibration* adalah 0.206516 dan pada metode *on laboratory calibration* sebesar 0.210021 yang sama-sama terdapat pada titik point no 37. Hasil dari proses orthofoto menghasilkan

gambar yang berukuran kecil (*small quality*) terutama pada posisi titik 37 yang tidak jelas, sehingga nilai RMSE nya menjadi besar. Selain itu, titik 37 terletak di daerah yang tidak mendatar, sehingga distorsi menjadi besar.

- c. Dari hasil yang ditunjukkan memiliki rentang (jarak) selisih yang baik, karena memiliki nilai rerata dalam satuan millimeter dan akurasi yang baik (nilai mendekati nol).

## 2. Perbandingan Jarak

Berdasarkan pengukuran GPS-RTK jarak antar titik retro memiliki hasil jarak terpanjang sebesar 53.988232 m pada point 21-30 dan jarak terpendek sebesar 0.9121338 m pada point 20-22. Perbandingan jarak antar titik retro adalah sebagai berikut :

- a. Total RMSE yang didapatkan dari perbandingan jarak metode *in the flight calibration* dengan pengukuran GPS-RTK adalah 0.021134805 m, sedangkan dari perbandingan jarak metode *on laboratory calibration* dengan pengukuran GPS-RTK adalah 0.019848044 m.
- b. Selisih jarak terkecil terdapat pada point 40-41 sebesar 0 m untuk perbandingan pengukuran GPS-RTK dengan metode *in the flight calibration*, sedangkan selisih jarak terpanjang sebesar 0.0966 pada point 37-38 untuk perbandingan pengukuran GPS-RTK dengan metode *on laboratory calibration*.

## 3. Perbandingan Luasan

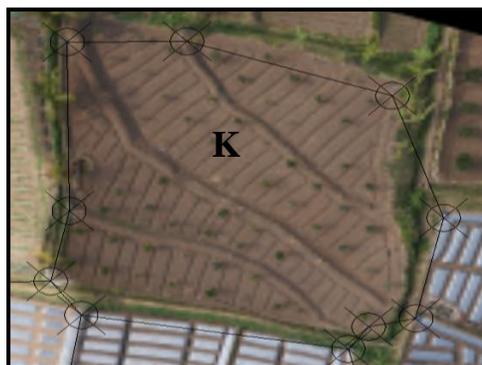
Tabel 2 Perbandingan Luasan Pengukuran GPS-RTK dengan metode *in the flight* dan metode *on laboratory calibration*

No	Bidang	Luas Lapangan (m <sup>2</sup> )	TOR (m)	Luas Ortho (m <sup>2</sup> )		Selisih (m <sup>2</sup> )		Selisih <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )		Keterangan	
				In Flight	On Lab	In flight	On Lab	In flight	On Lab	In flight	On Lab
1	A	207.05	7.195	206.7	206.7	0.35	0.35	0.125	0.123	Memenuhi	Memenuhi
2	B	52.44	3.621	53.8	52.49	1.39	0.05	1.959	0.002	Memenuhi	Memenuhi
3	C	176.18	6.637	176	176.35	0.18	0.17	0.035	0.029	Memenuhi	Memenuhi
4	D	52.89	3.636	56.12	52.83	3.23	0.06	10.443	0.004	Memenuhi	Memenuhi
5	E	135.01	6.615	135.68	135.26	0.67	0.25	0.452	0.063	Memenuhi	Memenuhi
6	F	50.43	3.551	49.7	50.26	0.73	0.17	0.539	0.029	Memenuhi	Memenuhi
7	G	227.48	7.541	227.76	227.63	0.27	0.15	0.078	0.024	Memenuhi	Memenuhi

8	H	79.72	4.464	79.33	79.55	0.39	0.17	0.155	0.029	Memenuhi	Memenuhi
9	I	142.26	5.967	142.59	142.32	0.32	0.06	0.106	0.004	Memenuhi	Memenuhi
10	J	1438.82	18.966	1434.19	1438.58	4.62	0.24	21.424	0.058	Memenuhi	Memenuhi
11	K	449.72	10.603	449.43	432.41	0.29	17.31	0.087	299.64	Memenuhi	Tidak Memenuhi
12	L	892.48	14.937	892.49	880.71	0.01	11.77	0.0001	138.53	Memenuhi	Memenuhi
13	M	828.75	14.294	825.12	858.2	3.62	29.45	13.109	867.3	Memenuhi	Tidak Memenuhi
14	N	225.57	7.51	225.62	225.3	0.05	0.27	0.002	0.073	Memenuhi	Memenuhi
15	O	231.8	7.613	231.97	231.58	0.17	0.22	0.028	0.048	Memenuhi	Memenuhi
16	P	100.99	5.025	100.84	100.75	0.15	0.24	0.022	0.058	Memenuhi	Memenuhi
17	Q	53.7	3.66	53.67	53.95	0.03	0.25	0.001	0.063	Memenuhi	Memenuhi
18	R	371.69	9.64	371.61	372.03	0.09	0.34	0.007	0.116	Memenuhi	Memenuhi
19	S	364.32	9.544	364.18	349.37	0.14	14.95	0.021	223.5	Memenuhi	Tidak Memenuhi
<b>Total</b>								48.593	1529.7	-	
<b>Rata-rata</b>								2.5575	80.51		
<b>RMSE</b>								1.5992	8.9727		

Berdasarkan perbandingan luasan bidang yang dihasilkan dari pengukuran GPS dengan metode *in the flight* dan *on laboratory calibration* dapat dilihat bahwa :

- a. Perbandingan bidang luasan yang ditunjukkan oleh metode *in the flight calibration* memiliki nilai RMSE dari 19 sampel bidang luasan ialah 1.5992 m<sup>2</sup>, berbeda dengan hasil yang ditunjukkan oleh metode *on laboratory calibration* yang lebih besar yaitu sebesar 8.9727 m<sup>2</sup>. Selisih bidang luasan tanah tekecil terdapat pada metode *in the flight calibration* bidang L yaitu sebesar 0.0102 m<sup>2</sup>, sedangkan selisih bidang luasan tanah terbesar terdapat pada metode *on laboratory calibration* bidang M yaitu sebesar 29.45 m<sup>2</sup>.



(a)



(b)

Gambar (a) Tampilan orthofoto pada software autocad dalam bidang luasan bidang L  
(b)Tampilan orthofoto pada software autocad dalam bidang luasan bidang K dan M

- b. Berdasarkan tabel yang dipaparkan diatas menunjukkan beberapa perbandingan yang mencakup luasan bidang yang luas berpengaruh pada hasil perbedaan selisih yang cukup besar.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan dalam beberapa poin yang menjelaskan seluruh rangkaian pelaksanaan penelitian ini. Berikut adalah kesimpulan yang dapat ditunjukkan dari penulis :

1. Pemotretan udara dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat dijadikan solusi alternatif dalam bidang survey dan pemotretan.
2. Kualitas hasil pemotretan foto udara dari UAV dengan metode in the flight calibration menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik daripada menggunakan metode on laboratory calibration dengan objek kajian berupa posisi dan bidang luasan dari titik retro. Sedangkan pada objek kajian berupa jarak, metode on laboratory calibration menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik.
3. Berdasarkan besaran skala orthofoto yang dihasilkan dari beberapa sample, foto miring tidak tepat digunakan untuk membuat sebuah orthofoto karena akan menghasilkan skala yang beragam.

### **Saran**

Berdasarkan hasil dan proses yang telah dilakukan serta kesimpulan yang telah dipaparkan, penulis memberikan solusi berupa saran agar kualitas pemotretan udara *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menjadi lebih baik, seperti berikut :

1. Dalam pengambilan data/pemotretan udara lebih baik pada waktu pagi hari agar angin belum terlalu kencang, sehingga wahana UAV yang digunakan akan lebih stabil.

2. Pada proses pemotretan udara harus mempertimbangkan tinggi terbang terhadap besarnya titik retro, sehingga dalam proses pengolahan datanya dapat mudah diidentifikasi.
3. Nilai RMS pada setiap titik retro yang dilakukan ekstraksi mempengaruhi besarnya nilai selisih bidang luasan area bentukan titik retro tersebut, maka usahakan ekstraksi titik tepat pada center point retro.
4. Dalam penggunaan retro harus diperhatikan posisi dan kondisinya dilapangan, karena kualitas posisi retro dapat mempengaruhi kualitas nilai, posisi, dan jarak bentukan retro.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriandi, Ryian. 2014. *Skripsi : Studi Kualitas Hasil Peotretan Udara Unmanned Aerial Vehicle (UAV) menggunakan Metode Space Intersection pada Small Format Aerial Photogrammetry (SFAP) (Studi Kasus Area Persawahan Kampus II ITN Malang)*. Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang: Malang.
- Hanifa, Nuraini Rahma. 2007. *Tesis Magister : Studi Penggunaan Kamera Digital Low-Cost Non-Merik Auto-Focus untuk Pemantauan Deformasi*. Program Studi Geodesi. Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- Setianingsih, 2015. *Kajian Pengaruh Sebaran GCP dalam Pembuatan Peta Bidang Menggunakan Data Pemotretan Kamera Non-metrik dengan Wahana Pesawat Fixedwing*. Skripsi. Program Studi Teknik Geodesi dan Geoinformatika Institut Teknologi Nasional Malang: Malang.
- Soemarto, I. 2006. *Personal communication*.
- Sutanto. 1987. *Metode Penelitian Penginderaan Jauh Untuk Geografi. Makalah Ceramah Untuk Staf Pengajar UMS Surakarta*.
- UAV Forum. 2008. *Librarian's Desk (FAQ)*. URL : <http://www.uavforum.com/library/librarian.htm>. (akses tanggal 02 Februari 2015).

Wolf, Paul R. 1995. *Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh (Edisi kedua)*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.