

Perbandingan Nilai Ketelitian Geometri Hasil Pengolahan Foto Udara dengan UAV Wingtra One Gen II Dan Mavic 3 Enterprise (Studi Kasus: Proyek Jalan Tol Cimanggis Cibitung)

Regina Marito Silaban¹⁾, Romi Fadly²⁾, Rahma Anisa³⁾, Citra Dewi⁴⁾

^{1), 2), 3), 4)} Program Studi SI Teknik Geodesi, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedung Meneng, Bandar Lampung, Lampung

Email : reginaslbn28@gmail.com¹⁾, romgd2002@yahoo.com²⁾, rahma.anisa@eng.unila.ac.id³⁾,
citradewirohana@yahoo.com⁴⁾

ABSTRACT

The UAVs used for photogrammetric mapping have become increasingly diverse, each with distinct specifications. The Wingtra One Gen II has a relatively large size, making it difficult to access steep terrains, while the Mavic 3 Enterprise, with its smaller size, is more capable of reaching even the most challenging areas. This research aims to determine the better UAV based on geometric accuracy, data processing time, and orthophoto quality. The study utilized aerial imagery captured by the Wingtra One Gen II and Mavic 3 Enterprise UAVs in the CCTW Toll Road project. Data processing was carried out using Agisoft Metashape software. The outputs—DEM and orthomosaic—were analyzed and compared for geometric accuracy using 10 Ground Control Points (GCPs) and 9 Independent Check Points (ICPs) as references for data validation, following the guidelines of the Head of the Geospatial Information Agency Regulation No. 6 of 2018 on Technical Standards for Basic Map Accuracy. The results showed that the Wingtra One Gen II had superior geometric accuracy for orthophotos, with better LE90 and CE90 values compared to the Mavic 3 Enterprise. However, in terms of processing time, the Mavic 3 Enterprise was faster, completing the task in 9 hours, 18 minutes, and 13 seconds, compared to the Wingtra One Gen II, which took 2 days, 7 hours, and 16 minutes. The planimetric quality of the orthophotos produced by both UAVs was equally good, aligning perfectly with field conditions.

Keywords: photogrammetry, Wingtra One Gen II, Mavic 3 Enterprise, geometric accuracy

ABSTRAK

Wahana atau UAV yang digunakan pada pemetaan dengan metode fotogrametri semakin banyak jenisnya dengan spesifikasi yang berbeda. Wingtra One Gen II memiliki ukuran yang relatif besar sehingga sulit untuk menjangkau area yang terjal sedangkan Mavic 3 Enterprise memiliki ukuran kecil sehingga mudah menjangkau medan area yang terjal sekalipun. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan wahana yang lebih baik berdasarkan nilai ketelitian geometrik, waktu pemrosesan data, dan kualitas orthophoto. Penelitian ini menggunakan data foto udara hasil perekaman wahana Wingtra One Gen II dan Mavic 3 Enterprise pada proyek Jalan Tol CCTW. Software pengolahan menggunakan agisoft metashape. Hasil pengolahan yaitu DEM dan Orthomosaic dari kedua wahana dianalisis dan dibandingkan berdasarkan nilai ketelitian geometrik, dengan memanfaatkan titik kontrol tanah yaitu Ground Control Points (GCP) sebanyak 10 titik dan Independent Check Point (ICP) sebanyak 9 titik sebagai referensi untuk validasi datanya dengan menggunakan panduan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 6 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wahana Wingtra One Gen II memiliki nilai ketelitian geometrik orthophoto LE 90 dan CE 90 lebih baik daripada wahana Mavic 3 Enterprise. Sedangkan dalam waktu pemrosesan, wahana Mavic 3 Enterprise lebih cepat yaitu 9 jam 18 menit 13 detik dibandingkan Wingtra One Gen II dengan waktu pemrosesan 2 hari 7 jam 16 menit. Kualitas planimetris orthophoto dari kedua wahana sama-sama menghasilkan kualitas yang baik yaitu tegak lurus sesuai dengan kondisi di lapangan.

Kata kunci: fotogrametri, Wingtra One Gen II, Mavic 3 Enterprise, ketelitian geometrik

1. Pendahuluan

Berkembangnya permintaan informasi geospasial pada suatu wilayah dan di berbagai macam bidang, serta perkembangan teknologi yang semakin modern, membuat kebutuhan informasi geospasial semakin meningkat dan metode dalam melakukan kegiatan pemetaan pun semakin berkembang (Al Ayyubi dkk., 2017; Latifa dkk., 2021.; Widodo dkk., 2023). Dalam bidang pemetaan, salah satu ilmu yang berkembang dan sering digunakan adalah fotogrametri (Fikri Musoffa dkk., 2021; Panjaitan dkk., 2021). Salah satu contoh perkembangan teknologi pemetaan adalah digunakannya *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau drone untuk kegiatan survei dan pemetaan dengan metode fotogrametri.

Perkembangan UAV saat ini sangat pesat dengan dikeluarkannya berbagai jenis UAV dari berbagai merek dengan kemampuan teknologi yang berbeda. Kemampuan teknologi yang dimiliki oleh setiap wahana sebanding dengan nilai komersilnya. Kemampuan teknologi yang dimiliki oleh wahana fotogrametri dapat dilihat dari nilai ketelitian geometri dari produk pengolahan foto udara yang dihasilkan berupa DEM dan *orthophoto*.

Wingtra One Gen II merupakan salah satu wahana yang mudah digunakan karena wahana ini memiliki kemampuan terbang vertikal (VTOL) yang memungkinkannya lepas landas dan mendarat di area yang terbatas (Pradanov dkk, 2020; Simon dkk, 2021). Tetapi ukuran wahana ini relatif terlalu besar memiliki berat 4,5 kg dan lebar sayap 125 cm sehingga pengangkutan wahana ini sangat terbatas apabila lokasi pemetaan yang cukup terjal atau sulit dijangkau sehingga akan membutuhkan waktu tambahan. Berbeda dengan wahana yang lainnya seperti Mavic 3 Enterprise dengan ukuran lebih kecil memiliki berat 951 gram (Hower, 2024) sehingga mudah untuk dibawa menuju lokasi pemetaan.

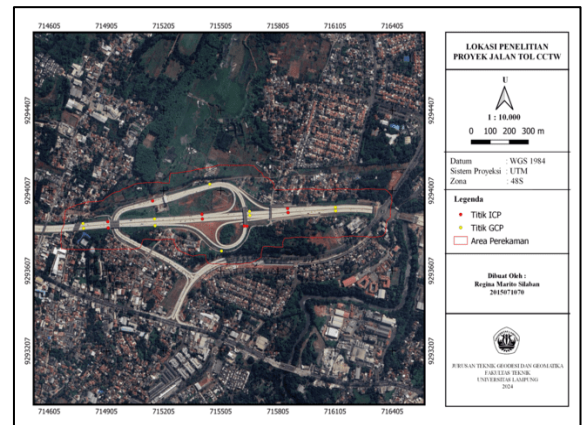
Nilai ketelitian geometri hasil pengolahan merupakan salah satu cara untuk mengetahui keunggulan dari wahana fotogrametri. Jika nilai ketelitian semakin mendekati nol maka wahana tersebut memiliki nilai akurasi posisi yang semakin tinggi. Perhitungan nilai ketelitian geometri melibatkan nilai *Independent Check Point* atau disingkat ICP. ICP adalah titik yang digunakan untuk kontrol kualitas dari akurasi posisi obyek yang diukur dengan cara membandingkan koordinat model dengan koordinat sebenarnya.

Perhitungan nilai ketelitian geometri diatur oleh Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No.6 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar. Proses ini bertujuan untuk memastikan akurasi posisi yang tepat, dengan membandingkan perbedaan koordinat (x, y) antara titik uji peta produk hasil pemetaan dengan titik koordinat hasil pengukuran di lapangan (Prayogo dkk, 2020; Joel dkk, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai ketelitian geometri *orthophoto* hasil pengolahan foto udara dari wahana wingtra one gen ii dan mavic 3 enterprise sehingga dapat menyimpulkan wahana mana yang lebih unggul.

a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

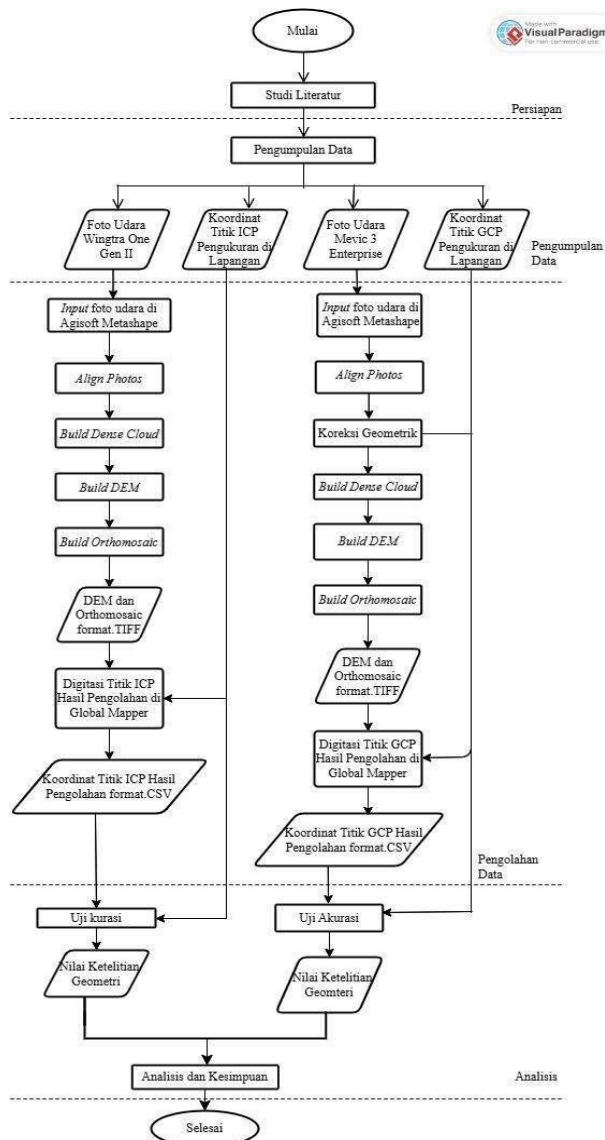
Penelitian ini berlokasi di ruas Jalan Tol CCTW, Kota Bogor, Jawa Barat. Luas area perekaman berkisar 34.9 Ha dengan panjang 10038 meter.

b. Alat dan Data yang Digunakan dalam Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* agisoft metashape untuk pengolahan foto udara, *software* global mapper untuk *marking* ulang titik ICP dan *Microsoft excel* untuk perhitungan nilai ketelitian geometri. Sedangkan data yang digunakan adalah foto udara perekaman dengan wahana Wingtra One Gen II sebanyak 748 foto, foto udara perekaman dengan wahana Mavic 3 Enterprise sebanyak 343 foto, data koordinat ICP sebanyak 9 buah berdasarkan hasil pengukuran di lokasi perekaman dan data koordinat GCP sebanyak 10 buah berdasarkan hasil pengukuran di area perekaman. Semua data penelitian ini adalah data pengukuran oleh Tim Proyek PT. Waskita Karya dan sudah mendapatkan izin untuk penggunaannya. Data ini direkam pada waktu dan lokasi yang sama yaitu di ruas jalan tol CCTW dengan waktu perekaman 31 Januari 2023.

c. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan persiapan alat dan data yang sudah dikumpulkan. Pengolahan data foto udara dari kedua wahana menggunakan agisoft metashape dilakukan secara bertahap untuk mendapatkan produk pengolahan berupa DEM dan *orthophoto*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 2. Pengolahan foto udara dari Wingtra One Gen II terdiri atas 4 tahap yaitu *align photos*, *build dense cloud*, *build DEM*, dan *build orthomosaic*. Pada pengolahan ini tidak melibatkan GCP atau *Ground Control Point* karena wahana ini dilengkapi dengan metode koreksi penentuan posisi yaitu PPK (*post processing kinematic*). Pengolahan foto udara dari Mavic 3 Enterprise terdiri atas 5 tahap yaitu *align photos*, koreksi geometrik, *build dense cloud*, *build DEM*, dan *build orthomosaic*. Koreksi geometrik melibatkan nilai koordinat GCP dalam pengolahannya sehingga akan mendapatkan nilai akurasi posisi.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Produk dari hasil pengolahan ini adalah DEM dan *orthophoto*. Selanjutnya, produk tersebut diinput pada global mapper untuk marking ulang titik ICP untuk mendapatkan koordinat ICP hasil pengolahan. Koordinat ICP hasil pengolahan ini akan digunakan untuk perhitungan nilai ketelitian geometrik. Perhitungan ini akan membandingkan nilai koordinat ICP hasil pengukuran langsung dengan nilai koordinat ICP hasil pengolahan dengan mengikuti teknis pada Perka BIG No. 6 Tahun 2018. Perhitungan nilai ketelitian geometri akan menghasilkan nilai CE 90 atau ketelitian horizontal dan LE 90 atau ketelitian vertikal. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai tersebut adalah sebagai berikut.

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \quad \dots (1)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSE_z \quad \dots (2)$$

Keterangan:

RMSE_r : Root Mean Square Error pada posisi x dan y (horizontal)

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

$$RMSE_{horizontal} = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \quad \dots (3)$$

$$RMSE_{vertikal} = \sqrt{\frac{D(Z_{data} - Z_{cek})^2}{n}} \quad \dots (4)$$

$$D^2 = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} = \sqrt{\frac{D[(X_{data} - X_{cek})^2 + (Y_{data} - Y_{cek})^2]}{n}} \quad \dots (5)$$

Keterangan:

n : total pengecekan pada peta

D : selisih koordinat yang diukur di lapangan dengan koordinat di peta

X : nilai koordinat pada sumbu X

Y : nilai koordinat pada sumbu Y

Z : nilai elevasi pada sumbu Z

Cek : nilai koordinat dari peta

Data : nilai koordinat dari pengukuran

(Sumber: Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar)

2. Pembahasan

Hasil pengolahan data foto udara dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengolahan Foto Udara

No.	Tahapan	Wingtra One Gen II	Mavic 3 Enterprise
1.	Align photos	Menghasilkan 687.718 titik	Menghasilkan 297.046 titik
2.	Koreksi geometrik	-	RMSE koordinat X adalah 0.257514 meter. RMSE Y adalah 0.27465 meter. RMSE Z adalah 0.063916 meter.
3.	Build dense cloud	Menghasilkan 1.362.126.695 titik	Menghasilkan 317.011.760 titik
4.	Build DEM	Resolusi 1 cm/ pixel dengan elevasi 19 m - 136 m	Resolusi 1 cm/ pixel dengan elevasi 28 m - 108 m
5.	Build Orthomosaic		

Wahana Wingtra one Gen II dengan resolusi kamera 61 MP dan dengan metode koreksi PPK mampu menghasilkan data DEM dan *orthomosaic* dengan elevasi dan kenampakan permukaan bumi yang sangat bagus.

Tetapi tidak jauh berbeda dari wahana Mavic 3 Enterprise dengan resolusi kamera 21 MP dan melibatkan GCP dalam proses pengolahannya mampu menghasilkan DEM dan *orthomosaic* dengan elevasi dan kenampakan permukaan bumi yang bagus dan mendekati hasil dari Wingtra One Gen II.

Perhitungan nilai ketelitian horizontal *orthophoto* hasil pengolahan foto udara dari wahana Wingtra One Gen II dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Nilai Ketelitian Horizontal

Nomor Titik	Nama Titik	X		(D X)	(D X) ²	Y		(D Y)	(D Y) ²	(D X) ² + (D Y) ²
		(Koordinat ICP Pengukuran di Lapangan) (meter)	(Koordinat ICP Hasil Pengolahan) (meter)			(Koordinat ICP Pengukuran di Lapangan) (meter)	(Koordinat ICP Hasil Pengolahan) (meter)			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ICP 11L	714911.827	714911.826	0.001	0.000	9293852.68	9293852.716	-0.036	0.001	0.001
2	ICP 11R	714914.254	714914.273	-0.019	0.000	9293821.303	9293821.303	0.000	0.000	0.000
3	ICP 13L	715406.561	715406.622	-0.061	0.004	9293889.841	9293889.941	0.000	0.000	0.004
4	ICP 13R	715408.491	715408.525	-0.034	0.001	9293866.116	9293866.116	0.000	0.000	0.001
5	ICP 15B	715147.662	715147.669	-0.007	0.000	9293956.106	9293956.217	-0.111	0.012	0.012
6	ICP 15L	715642.998	715643.036	-0.038	0.001	9293830.003	9293830.001	0.002	0.000	0.001
7	ICP 15R	715628.040	715628.113	-0.073	0.005	9293831.296	9293831.294	0.002	0.000	0.005
8	ICP 16L	715855.747	715855.757	-0.010	0.000	9293918.653	9293918.641	0.012	0.000	0.000
9	ICP 16R	715858.162	715858.179	-0.017	0.000	9293897.885	9293897.855	0.030	0.001	0.001
Jumlah										0.027
Rata-Rata										0.002
RMSE										0.05
CE 90										0.08

Perhitungan nilai ketelitian horizontal didapatkan nilai RMSEr sebesar 0,05 meter sehingga nilai CE90 yang dihasilkan sebesar 0,08 meter. Nilai ketelitian tersebut mendapatkan standar ketelitian horizontal dengan skala peta 1 : 1000 pada kelas 1.

Perhitungan nilai ketelitian vertikal *orthophoto* hasil pengolahan foto udara dari wahana Wingtra One Gen II dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai Ketelitian Vertikal

Nomor Titik	Nama Titik	Z		(D Z)	(D Z) ²
		(Elevasi ICP Pengukuran di Lapangan) (meter)	(Elevasi ICP Hasil Pengolahan) (meter)		
A	B	C	D	E	F
1	ICP 11L	77.825	77.802	0.023	0.001
2	ICP 11R	77.810	77.791	0.019	0.000
3	ICP 13L	67.293	67.293	0.000	0.000
4	ICP 13R	67.582	67.795	-0.213	0.045
5	ICP 15B	69.424	70.356	-0.932	0.869
6	ICP 15L	71.804	72.383	-0.579	0.335
7	ICP 15R	71.377	71.384	-0.007	0.000
8	ICP 16L	61.307	61.431	-0.124	0.015
9	ICP 16R	61.558	61.628	-0.070	0.005
Jumlah				1.270	
Rata-Rata				0.141	
RMSE				0.376	
LE 90				0.6	

Perhitungan nilai ketelitian vertikal didapatkan nilai RMSEz sebesar 0,376 meter sehingga nilai LE90 yang dihasilkan sebesar 0,6 meter. Nilai ketelitian tersebut

mendapatkan standar ketelitian vertikal dengan skala peta 1 : 2500 pada kelas 2.

Perhitungan nilai ketelitian horizontal *orthophoto* hasil pengolahan foto udara dari wahana Mavic 3 Enterprise dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Nilai Ketelitian Horizontal

Nomor Titik	Nama Titik	X		(D X)	(D X) ²	Y		(D Y)	(D Y) ²	(D X) ² + (D Y) ²
		(Koordinat ICP Pengukuran di Lapangan) (meter)	(Koordinat ICP Hasil Pengolahan) (meter)			(Koordinat ICP Pengukuran di Lapangan) (meter)	(Koordinat ICP Hasil Pengolahan) (meter)			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ICP 11L	714911.827	714911.875	-0.048	0.002	9293852.68	9293852.681	-0.001	0.000	0.002
2	ICP 11R	714914.254	714914.326	-0.072	0.005	9293821.303	9293821.303	0.000	0.000	0.005
3	ICP 13L	715406.561	715406.611	-0.050	0.003	9293889.841	9293889.842	-0.001	0.000	0.003
4	ICP 13R	715408.491	715408.554	-0.063	0.004	9293866.116	9293866.118	-0.002	0.000	0.004
5	ICP 15B	715147.662	715147.747	-0.085	0.007	9293956.106	9293956.106	0.000	0.000	0.007
6	ICP 15L	715642.998	715643.057	-0.059	0.003	9293830.003	9293830.003	0.000	0.000	0.003
7	ICP 15R	715628.040	715628.091	-0.051	0.003	9293831.296	9293831.296	0.000	0.000	0.003
8	ICP 16L	715855.747	715855.819	-0.072	0.005	9293918.653	9293918.656	-0.003	0.000	0.005
9	ICP 16R	715858.162	715858.228	-0.066	0.004	9293897.885	9293897.889	-0.004	0.000	0.004
Jumlah										0.037
Rata-Rata										0.003
RMSE										0.06
CE 90										0.09

Perhitungan nilai ketelitian horizontal didapatkan nilai RMSEr sebesar 0,06 meter sehingga nilai CE90 yang dihasilkan sebesar 0,09 meter. Nilai ketelitian tersebut mendapatkan standar ketelitian horizontal dengan skala peta 1 : 1000 pada kelas 1.

Perhitungan nilai ketelitian vertikal *orthophoto* hasil pengolahan foto udara dari wahana Mavic 3 Enterprise dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 5. Perhitungan Nilai Ketelitian Vertikal

Nomor Titik	Nama Titik	Z		(D Z)	(D Z) ²
		(Elevasi ICP Pengukuran di Lapangan) (meter)	(Elevasi ICP Hasil Pengolahan) (meter)		
A	B	C	D	E	F
1	ICP 11L	77.825	77.204	0.621	0.385
2	ICP 11R	77.810	77.204	0.606	0.367
3	ICP 13L	67.293	66.632	0.661	0.437
4	ICP 13R	67.582	66.928	0.654	0.428
5	ICP 15B	69.424	68.625	0.799	0.638
6	ICP 15L	71.804	71.299	0.505	0.255
7	ICP 15R	71.377	70.861	0.516	0.267
8	ICP 16L	61.307	61.066	0.241	0.058
9	ICP 16R	61.558	61.296	0.262	0.069
Jumlah				2,904	
Rata-Rata				0,323	
RMSE				0,568	
LE 90				0,94	

Perhitungan nilai ketelitian vertikal didapatkan nilai RMSEz sebesar 0,568 meter sehingga nilai LE90 yang dihasilkan sebesar 0,94 meter. Nilai ketelitian tersebut mendapatkan standar ketelitian vertikal dengan skala peta 1 : 2500 pada kelas 3.

Perbandingan nilai ketelitian geometri *orthophoto* hasil pengolahan foto udara dari wahana wahana Wingtra One Gen II dan Mavic 3 Enterprise dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Nilai Ketelitian Geometri Orthophoto

No.	Hasil	Wingtra One Gen II	Mavic 3 Enterprise
1.	RMSEr	0.05 meter	0.06 meter
2.	RMSEz	0.376 meter	0.568 meter
3.	Nilai CE 90	0.08 meter	0.09 meter
4.	Nilai LE 90	0.6 meter	0.94 meter
5.	Ketelitian Horizontal Peta dan Kelas	Skala 1 : 1.000 dan Kelas 1	Skala 1:1.000 dan Kelas 1
6.	Ketelitian Vertikal Peta dan Kelas	Skala 1 : 2.500 dan Kelas 2	Skala 1:2.500 dan Kelas 3

Perbandingan nilai ketelitian geometrik antara Wingtra One Gen II dan Mavic 3 Enterprise menunjukkan keunggulan WingtraOne dalam hal ketelitian horizontal dan vertikal. Wingtra One mencatat nilai RMSEr sebesar 0,05 meter dan RMSEz sebesar 0,376 meter yang lebih baik dibandingkan dengan Mavic 3 Enterprise dengan RMSEr 0,06 meter dan RMSEz 0,568 meter. Nilai CE90 dan LE90 menunjukkan tingkat akurasi posisi. Wingtra One Gen II mencapai CE90 sebesar 0.08 meter dan LE90 sebesar 0.6 meter, lebih baik dibandingkan Mavic 3 Enterprise dengan CE90 0.09 meter dan LE90 0.94 meter. Berdasarkan skala peta dan kelas ketelitiannya, keduanya memenuhi Kelas 1 untuk ketelitian horizontal pada skala peta 1:1.000. Namun, dalam ketelitian vertikal untuk skala 1:2.500, Wingtra One masuk dalam Kelas 2, sementara Mavic 3 Enterprise berada di Kelas 3. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan sensor kamera dan teknologi pada kedua wahana tersebut tersebut.

3. Kesimpulan

Perbandingan nilai ketelitian geometri *orthophoto* menunjukkan bahwa Wingtra One Gen II lebih unggul dibandingkan dengan Mavic 3 Enterprise. Tetapi dalam kelas ketelitian horizontal sama – sama berada dalam skala 1 : 1000 dengan kelas 1 sedangkan ketelitian vertikal berada dalam skala 1 : 2500 dengan kelas 2 untuk Wingtra One Gen II dan kelas 3 untuk Mavic 3 Enterprise. Hal ini membuktikan kedua wahana ini mampu digunakan untuk pemetaan akurasi tinggi.

Daftar Pustaka

- Al Ayyubi, A. S., Cahyono, A. B., dan Hidayat, H. (2017). Pemetaan Foto Udara Menggunakan Wahana Fix Wing UAV (Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2)
- Fikri Musoffa, M., Sukmono, A., & Ulum, Z. (2021). *Kajian Pemanfaatan Metode Fotogrametri Dengan Uav Low Cost Untuk Pekerjaan Cut And Fill Pada*

Pembangunan Bandara Dhoho Kabupaten Kediri. In Prosiding FIT ISI (Vol. 1).

- Hower, Madeline. (2020). *The Influence Of Flight Speed, Image Overlap, And Lighting Conditions On The Spatial Accuracy And Development Time Of Low-Cost Uas Imaging*. Virginia Tech, Blacksburg, VA, 24060, USA.
- Joel, G., Pandey S,V dan Lefrandt, L. I. R. (2022). *Pemetaan Topografi Di Wilayah Perumahan Griya Paniki Indah Dengan Menggunakan Fotogrametri Serta Perbandingan Ketelitian Akurasi Dengan Ground Control Point (GCP)*. TEKNO. Universitas Sam Ratulangi. <https://doi.org/10.35793/jts.v20i82.44139>
- Latifa, D. P., Nurtyawan, R., Nuha, M. U., & Eng, M. (2021). *Analisis Perbandingan Ketelitian Vertikal DTM (Digital Terrain Model) dari Foto Udara dan LiDAR (Light Detection And Ranging) (Wilayah Studi: Sungai Gelam Timur Jambi)*.
- Panjaitan, P. S., Supit, J. M., (2021). *Kajian Tingkat Akurasi Dan Ketelitian Geometri Peta Dasar Dari Hasil Pengolahan Data Foto Udara Untuk Pemanfaatannya Di Sektor Pertambangan*. INTAN Jurnal Penelitian Tambang (Vol. 4, Issue 2).
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No.15 Tahun 2016 dengan Perubahannya No.6 Tahun 2018 tentan Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar
- Prayogo, I. H., Manoppo, F. J., & Lefrandt, L. I. (2020). *Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan Kerangka Ground Control Point (Gcp)*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.10 No.1. ISSN: 2087-9334
- Prodanov, B.K., Kotsev, I.S., Lambev, T.H., Dimitrov, L.I., (2020) *3D High-Resolution Mapping And Identification Of Coastal Landforms Using Unmanned Aerial Vehicles, Case Study: Shabla Municipality Coastal Sector, Bulgaria, Proc. Spie 11524, Eighth International Conference On Remote Sensing And Geoinformation Of The Environment* <https://Doi.Org/10.1117/12.2571059>
- Simon, M., Popescu, C.A., Copăcean, L., Cojocariu, L., (2017) *CAD and GIS techniques in georeferencing maps for the identification and mapping of meadows in Arad County*. Research Journal of Agricultural Science 49 (4) 276-283
- Widodo, S., Farida, A., Maysyurah, A., Widiyanto, A., Sorong Kecamatan Malaimsimsa, M., Sorong, K., & Barat Daya, P. (2023.). *Pemanfaatan Teknologi Drone Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan Kerangka Ground Control Point*

*(GCP) di Daerah Irigasi Waibu Distrik Salawati
Tengah.*