

Analisis Pemetaan Skala 1:1000 Menggunakan Data Unmanned Aerial Vehicle (UAV) (Studi Kasus: Waduk Selorejo - Kabupaten Malang)

Analysis Mapping 1:1000 Scale Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Data (Case Study: Selorejo Dam - Malang Regency)

Agung Budi Cahyono*, **Hepi Hapsari Handayani**, **Nurwatik**

Departemen Teknik Geomatika, FTSPK-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*Korespondensi Penulis: agungbc@geodesy.its.ac.id

Diterima: 16012023; Diperbaiki: 02022023; Disetujui: 07022023; Dipublikasi: 28022023

Abstrak: UAV Fotogrametri telah dipergunakan di berbagai sektor, salah satunya adalah untuk pemetaan dasar di Waduk Selorejo di desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Penelitian ini adalah kerjasama Departemen Teknik Geomatika ITS dengan Perum Jasa Tirta I dalam rangka inventarisasi data dan kegiatan Mata Kuliah Kemah Kerja tahun 2022. Akuisisi data foto ini dilakukan dengan menggunakan wahana UAV jenis tipe rotor QuadCopter Dji Phantom 4 Pro sebanyak 3 unit. Berdasarkan pemotretan udara yang dilakukan di area wisata Waduk Selorejo, didapatkan hasil sebanyak 678 buah foto udara. Wilayah pemetaan mencakup bagian Selatan wilayah Waduk Selorejo. Perencanaan kontrol koordinat dilakukan terhadap 4 GCP (*Ground Control Point*) dan misi terbang pada 4 buah misi terbang. Misi terbang 1 dan 2 digunakan untuk pengolahan Blok I, misi terbang 2 dan 3 digunakan untuk pengolahan Blok II, serta misi terbang 3 dan 4 digunakan untuk pengolahan Blok III. Didapatkan hasil tinggi terbang rata-rata adalah 150-meter hingga didapatkan nilai *Ground Sampling Distance* (GSD) 4.23 cm/piksel. Dari hasil pengolahan data, didapatkan *Circular Error* (CE) 90% senilai 0.0602 meter dan memenuhi standar ketelitian peta RBI yang berada di rentang skala 1:1000 dan 1:2500 berdasarkan perka BIG No. 6 Tahun 2018.

Copyright © 2023 Geoid. All rights reserved.

Abstract: UAV Photogrammetry has been used in various sectors, one of which is for basic mapping at Selorejo Reservoir in Pandansari village, Ngantang District, Malang Regency. This research is a collaboration between the Department of Geomatics Engineering ITS and Perum Jasa Tirta I in the context of data inventory and Field Camp Course activities in 2022. This photo data acquisition was carried out using three units of DJI Phantom 4 Pro QuadCopter rotor-type UAVs. Based on aerial photography conducted in the Selorejo Reservoir tourism area, 678 aerial photographs were obtained. The mapping area covers the southern part of the Selorejo Reservoir area. Coordinate control planning was carried out on 4 GCP (*Ground Control Points*) and flying missions on four flying missions. Flying missions 1 and 2 were used for Block I processing, flying missions 2 and 3 were used for Block II processing, and flying missions 3 and 4 were used for Block III processing. The average flying height is 150 meters, so the *Ground Sampling Distance* (GSD) value is 4.23 cm/pix. From the results of data processing, a *Circular Error* (CE) of 90% is obtained worth 0.0602 meters and meets the accuracy standards of the RBI map, which is in the scale range of 1:1000 and 1:2500 based on BIG regulation No. 6/2018.

Kata kunci: *UAV Fotogrametri, Informasi Geospasial Dasar (IGD), Orthophoto, Waduk Selorejo*

Cara untuk sitasi: Cahyono, A.B., Handayani, H.H., Nurwatik. (2023). Analisis Pemetaan Skala 1:1000 Menggunakan Data Unmanned Aerial Vehicle (UAV) (Studi Kasus: Waduk Selorejo - Kabupaten Malang). *Geoid*, 18(2), 221-228.

Pendahuluan

Waduk Selorejo adalah nama sebuah waduk di Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Meski fungsi utamanya adalah bendungan untuk irigasi dan listrik, Waduk Selorejo juga difungsikan sebagai objek wisata. Waduk ini merupakan sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang mulai dibangun

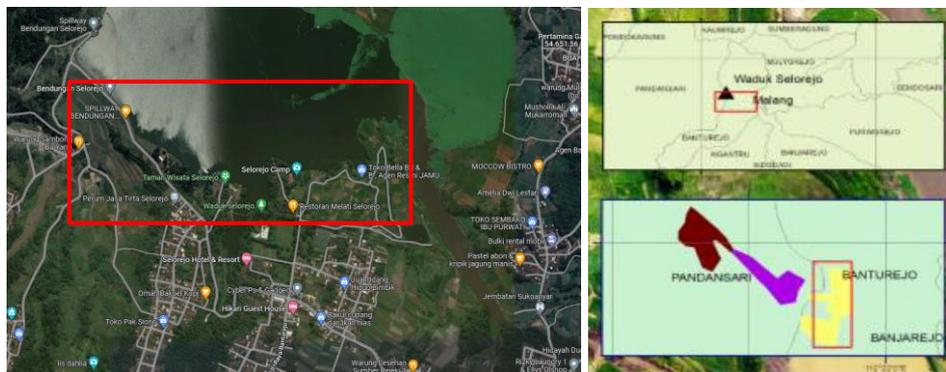
pada tahun 1963 dan diresmikan pada tahun 1973. Luas Waduk ini sekitar 650 hektar dan membendung aliran Sungai Konto, anak Sungai Brantas dan Kwayangan. Pembangunan waduk ini bertujuan sebagai lahan resapan pencegahan banjir serta pembangkit listrik tenaga air. Warga sekitar juga memanfaatkan Waduk Selorejo untuk mengairi sawah serta budidaya ikan seperti nila, mujair, hingga udang. Pemandangan indah dari Waduk ini juga membuatnya menjadi salah satu objek wisata yang wajib untuk dikunjungi. Gunung Kawi, Gunung Kelud, dan Gunung Anjasmoro dapat terlihat mengelilingi kawasan waduk yang berada di ketinggian 600 mdpl ini.

Peta topografi adalah peta yang menggambarkan relief permukaan bumi/tanah yang dinyatakan dengan garis ketinggian (kontur) memperlihatkan unsur-unsur asli atau alam dan unsur-unsur buatan manusia. Peta topografi disebut juga sebagai peta umum (bersifat umum). Karena dalam peta topografi menyajikan hampir semua unsur yang ada pada permukaan bumi, tentu saja dengan memperhitungkan skala yang sangat terbatas. Jadi peta topografi dapat digunakan untuk bermacam-macam tujuan. Selain itu peta topografi menggunakan UAV dapat digunakan juga sebagai dasar (*basemap*) dalam pembuatan peta tematik, seperti peta tata guna tanah, peta kemampuan tanah, peta pariwisata, dan sebagainya. Dengan adanya pemetaan topografi dengan hasil luaran berupa peta topografi diharapkan dapat membantu dalam pembangunan maupun perencanaan Waduk Selorejo.

Dalam pelaksanaan teknis terkait topografi daerah Waduk Selorejo, maka diperlukan peta yang disajikan dalam bentuk peta dasar. Peta Dasar tersebut diwujudkan dalam bentuk beberapa jenis peta yaitu peta orthofoto, peta batimetri, dan peta topografi area survey. Diharapkan dengan adanya peta ini dapat dipergunakan sebagai informasi geospasial dasar (IGD) pada daerah tersebut. Dengan seiring berkembangnya teknologi survei topografi dapat juga dilaksanakan dengan metode fotogrametris untuk mempermudah pekerjaan. dari proses pemetaan topografi tersebut akan dihasilkan peta topografi. Survei UAV-fotogrametris merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan posisi kenampakan alamiah ataupun kenampakan buatan manusia di atas permukaan tanah menggunakan metode fotogrametri dengan wahana UAV. Selain untuk menentukan posisi kenampakan objek juga digunakan untuk mendapatkan foto udara dengan skala detail. Sehingga hasilnya akan sangat membantu dalam interpretasi obyek dalam pembuatan peta tematik seperti peta wisata kawasan Waduk Selorejo.

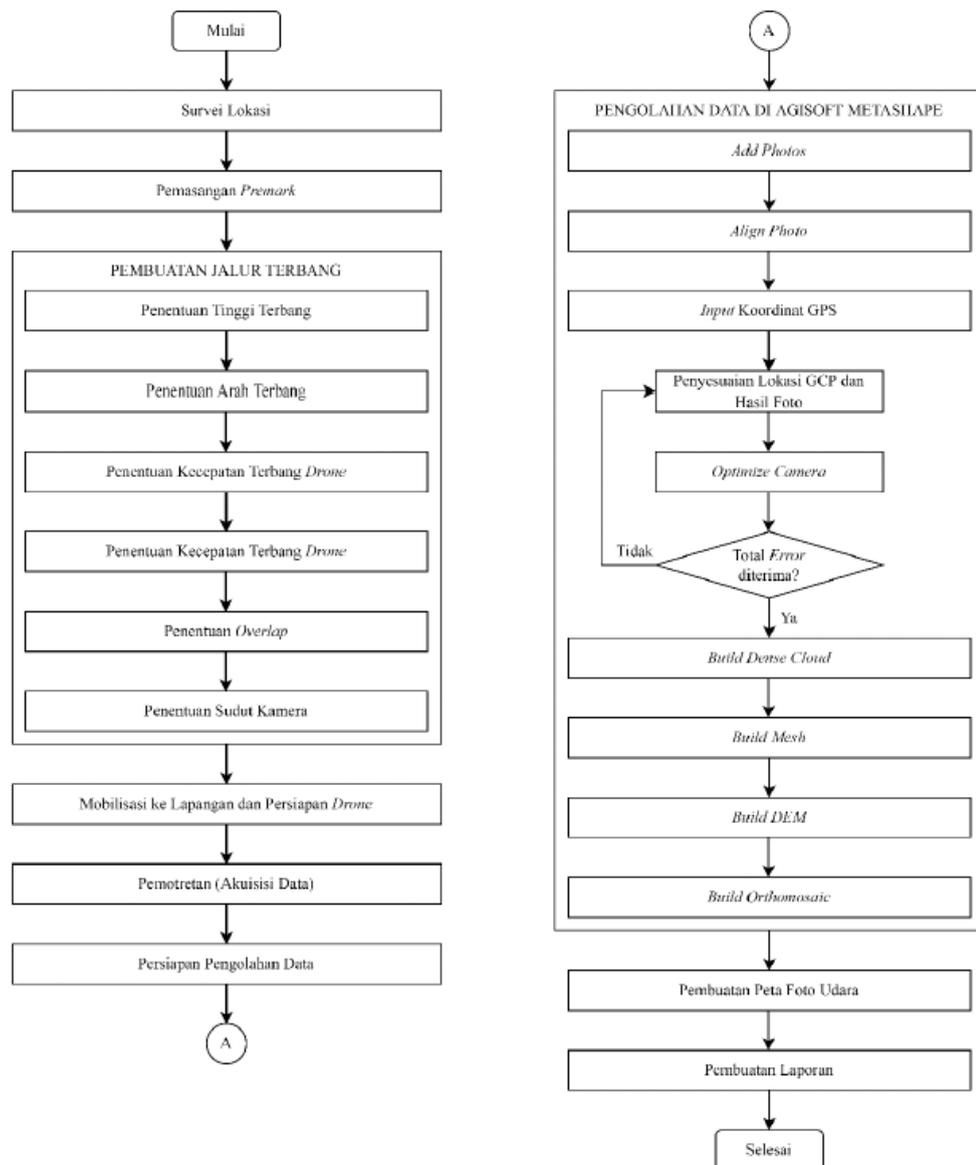
Data dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang merupakan data pengambilan dilapangan dan data sekunder yang didapatkan dari beberapa instansi terkait. Lokasi penelitian berada di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. Adapun lokasi seperti pada gambar berikut :



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tahapan proses penelitian ini dilakukan sesuai diagram kegiatan sebagai berikut:

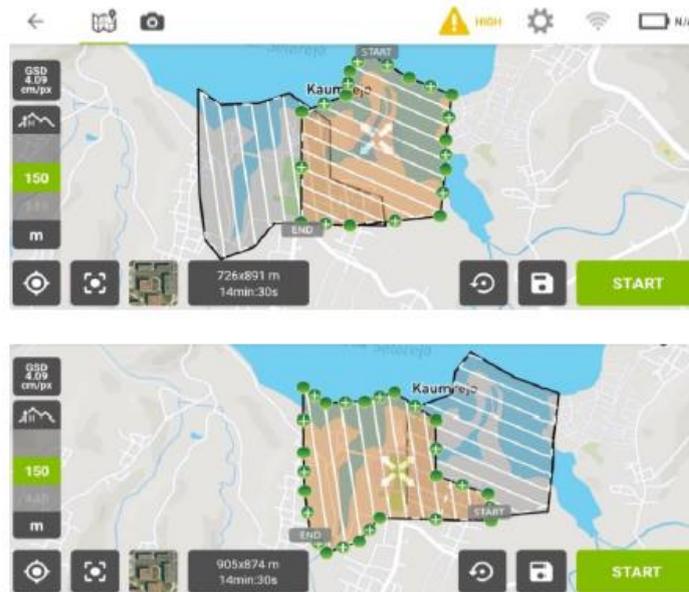


Gambar 2. Diagram alur kegiatan

1. Perencanaan Pengukuran

a. Perencanaan Akuisisi Foto Udara

Perencanaan kegiatan akuisisi foto udara meliputi perencanaan lokasi pekerjaan, waktu pelaksanaan, jumlah personil, wahana yang akan digunakan, sebaran *Ground Control Point (GCP)* dan *Independent Control Point (ICP)*, beserta teknis dari proses akuisisi yang akan dilakukan meliputi tinggi terbang, jumlah sidelap dan overlap, durasi terbang, jalur terbang, dan pembuatan misi terbang pada wilayah penelitian yang telah direncanakan.



Gambar 3. *Fligh Planning* (atas) Blok II & III dan (bawah) Blok I & II

- b. Perencanaan pengukuran GCP dan ICP. Perencanaan pengukuran koordinat GCP dan ICP meliputi perencanaan lokasi sebaran titik pengukuran, waktu pelaksanaan, durasi pengukuran, jumlah personil, alat yang akan digunakan, metode pengukuran, hingga elevation mask pengukuran GPS, interval pengukuran, dan metode pengolahan data yang akan digunakan.

2. Akuisisi Data di Lapangan

Nama	GPS TOPCON Hiper Pro
Spesifikasi Tracking	1. Tracking Channels <ul style="list-style-type: none"> a. Standard : 40 L1 GPS b. Optional : 20 GPS L1+L2, GPS L1 + GLONASS, 20 GPS L1 + L2 + GLONASS 2. Signals Tracked <ul style="list-style-type: none"> a. L1/L2 C.A dan P Code & Carrier b. GLONASS
Spesifikasi Performa	1. Static & Rapid Static <ul style="list-style-type: none"> a. Horizontal : 3 mm + 0.5 ppm (x panjang baseline) b. Vertikal : 5 mm + 0.5 ppm (x panjang baseline) 2. RTK

Gambar 4. Peralatan dan proses akuisisi GPS Geodetik

Akuisisi data di lapangan dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam pembuatan orthophoto, yakni pengamatan koordinat GCP dan ICP serta akuisisi foto udara. Pengamatan koordinat GCP dan ICP. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran GPS, untuk mendapatkan data koordinat dari titik GCP dan ICP yang digunakan sebagai titik ikat dalam pengolahan hasil foto udara untuk dapat menghasilkan orthophoto.

Pengukuran GPS dimulai dengan desain pengamatan GPS yang dilakukan secara radial dengan

metode statik. Base sebagai titik ikat ke tiga titik patok terikat menggunakan GPS Topcon Hiper Pro sebagai *Base* dan GPS Hi-Target V30 sebagai *Rover*.

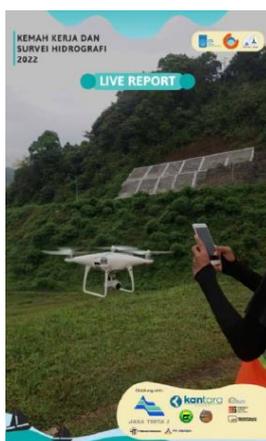
Tabel 1. Koordinat GCP

Titik	<i>Easting (m)</i>	<i>Northing (m)</i>	<i>Elevation (m)</i>
GCP2	650408.9	9128734	664.062
F1	650329.9	9128518	676.0145
BLOK2A	650008.8	9128984	652.0512
BLOK2D	649789.2	9129015	661.8494
658	649359.9	9129474	633.1274
140	649340.2	9129252	613.6496

Akuisisi foto udara dilakukan dengan menggunakan UAV dengan metode Fotogrametri, yang bertujuan untuk mengambil data foto udara dari lokasi pekerjaan, yang mana data foto udara yang diambil akan diolah untuk menghasilkan sebuah orthophoto.

Adapun langkah pengerjaan kegiatan tahap ini adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengukuran *Ground Control Point (GCP)* menggunakan GPS tipe Geodetik untuk mendapatkan nilai koordinat (X,Y, dan Z) menggunakan sistem koordinat UTM.
- Pemotretan udara dilakukan dengan wahana DJI Phantom 4 Pro berdasarkan rencana jalur terbang pesawat.
- Akuisisi foto udara dilakukan di area yang bertampalan overlap 70% untuk mendapatkan data overlap yang cukup saat proses pengolahan foto udara.
- Dilakukan 4 kali penerbangan pada cakupan *flight plan* pada blok 1, blok 2 dan blok 3.
- Setiap misi penerbangan memiliki durasi terbang maksimum 15 menit.
- Misi terbang 1 dan 2 digunakan untuk pengolahan blok I, misi terbang 2 dan 3 digunakan untuk pengolahan blok II, serta misi terbang 3 dan 4 digunakan untuk pengolahan blok III.



<i>Number of Images</i>	678
<i>Flying Altitude</i>	149 m
<i>Ground Resolution</i>	4.23 cm/pix
<i>Coverage Area</i>	1.95 km ²

Gambar 5. Akuisisi dan hasil UAV-Fotogrametri

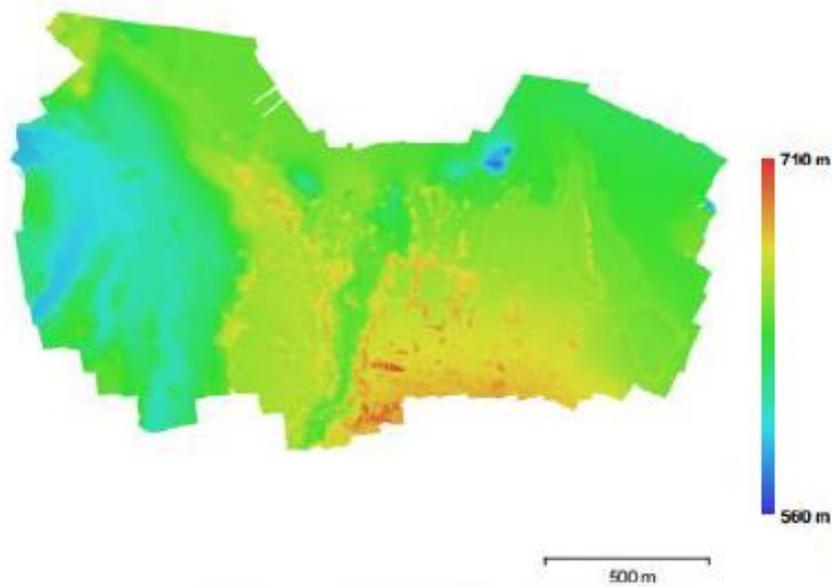
Hasil jumlah foto yang berhasil dipotret adalah sebanyak 678 foto pada ketinggian rata-rata 149 meter. Adapun resolusi ground yang diperoleh sebesar 4,23 cm/piksel dengan cakupan area seluas 1,95 kilometer persegi.

Hasil dan Pembahasan

Dalam perencanaan pada seting *flight plan*, GSD yang digunakan adalah 4.23 cm/pix. Dimana ketinggian pesawat pada 150 m. Untuk menguji GSD (*Ground Sampling Distance*) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$GSD = (\text{flight height} / \text{focal length}) \times \text{pixel size} \quad (1)$$

Dalam kegiatan ini, diketahui data survei adalah sebagai berikut: *flight height* = 150 m = 15000 cm, *focal length* = 8.8 mm = 0.88 cm, *pixel size* = $2.41 \times 2.41 \mu\text{m} = 0.000241 \times 0.000241 \text{ cm}$. Dengan informasi tersebut, nilai GSD dapat dihitung menggunakan rumus di atas maka diperoleh $GSD = 150000.88 \times 0.000241$, sehingga $GSD = 4.108 \text{ cm/piksel}$.



Gambar 6. Hasil Digital Elevation Model (DEM)

Dari hasil pengolahan data penelitian yang dilakukan diperoleh hasil model elevasi digital atau DEM adalah memiliki range ketinggian antara 560 m – 710 m seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 diatas ini. Diperoleh pula resolusi yang didapatkan adalah 33.8 cm/piksel, sedangkan kerapatan titik pada daerah studi diperoleh 8.74 titik/m².



Gambar 7. Distribusi dan jumlah GCP

Pada Gambar 7 dan dijelaskan dalam Tabel 2, dapat diketahui error pada X, Y dan Z adalah 3.431 cm, 1.923 cm dan 0.503 cm. Hasil ini merupakan proses dari pengolahan sebanyak 678 foto pada ketinggian rata-rata 149 meter.

Tabel 2. Koordinat GCP

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
140	-5.95458	-3.53187	-0.957061	6.98907	0.243 (16)
658	5.14687	1.12959	0.64316	5.30847	0.137 (10)
BLOK2A	-1.63001	0.222711	0.228432	1.66093	0.033 (17)
BLOK2D	2.38863	2.69705	0.181498	3.6073	0.054 (18)
F1	0.476903	0.398029	-0.290116	0.685588	0.039 (8)
GCP2	-0.29076	-0.978582	0.143822	1.03095	0.021 (22)
Total	3.43079	1.9231	0.503255	3.96508	0.116

Selanjutnya untuk menguji kualitas foto udara ini dijabarkan berdasarkan kualitas foto udara hasil pengolahan keseluruhan blok pemetaan UAV wisata Waduk Selorejo ditentukan berdasarkan nilai GSD. Dalam akuisisi data foto udara ini ini diperoleh GSD sebesar 4.23 cm/piksel. Untuk menentukan kualitas foto udara, secara statistik dapat dimodelkan dalam RMSE (*Root Mean Square Error*). Dari hasil pembentukan orthophoto didapatkan nilai total RMS titik kontrol sebesar 3.965 cm. Dari hasil RMSE GCP tersebut, dapat dihitung nilai CE_{90} . Berdasarkan peraturan BIG yaitu PERKA BIG No. 6 Tahun 2018, perhitungan Circular Error 90% (CE_{90}) yang digunakan untuk pengujian ketelitian horizontal, dimana nilai CE_{90} dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$CE_{90} = RMSE \times 1.5175 \quad (2)$$

$$CE_{90} = 0.0396508 \times 1.5175$$

$$CE_{90} = 0.0602 \text{ m}$$

Nilai CE_{90} sebesar 0.0602 m apabila dilihat pada tabel ketelitian peta RBI untuk skala 1:2000 yang berada di rentang skala 1:1000 dan 34 1:2500, maka peta orthophoto yang dihasilkan memenuhi standar ketelitian untuk peta RBI kelas I.

Kesimpulan

Penelitian ini adalah kerjasama Departemen Teknik Geomatika ITS dengan Perum Jasa Tirta I dalam rangka pengadaan informasi geospasial dasar (IGD) dan kegiatan Kemah Kerja Departemen tahun 2022. Akuisisi data foto ini dilakukan dengan menggunakan pesawat jenis tipe rotor QuadCopter Dji Phantom 4 Pro sebanyak 3 unit. Serta menggunakan GPS Topcon Hiper Pro sebagai *Base* dan GPS Hi-Target V30 pada akuisisi data GCP. Berdasarkan pemotretan udara yang dilakukan di area wisata Waduk Selorejo, didapatkan hasil sebanyak 678 buah foto udara. Wilayah pemetaan mencakup bagian Selatan wilayah Waduk Selorejo. Perencanaan kontrol koordinat dilakukan terhadap GCP (*Ground Control Point*) dan misi terbang pada 4 buah misi terbang. Misi terbang 1 dan 2 digunakan untuk pengolahan Blok I, misi terbang 2 dan 3 digunakan untuk pengolahan Blok II, serta misi terbang 3 dan 4 digunakan untuk pengolahan Blok III. Didapatkan hasil tinggi terbang rata-rata adalah 149 meter hingga didapatkan nilai *Ground Sampling Distance* (GSD) 4.23 cm/pix. Dari hasil pengolahan data, didapatkan *Circular Error* (CE) 90% senilai 0.0602 meter dan memenuhi standar ketelitian peta RBI yang berada di rentang skala 1:1000 dan 1:2500 berdasarkan perka

BIG No. 6 Tahun 2018. Selanjutnya data IGD yang dihasilkan ini akan dipergunakan untuk pembuatan peta tematik IGT pada kegiatan ini, seperti peta wisata dan peta kawasan dan potensi desa di sekitar Waduk Selorejo.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Perum Jasa Tirta I yang telah memberi ijin penggunaan sarana prasarana selama survei di lokasi di Waduk Selorejo, Desa Pandansari, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan beserta seluruh mahasiswa dan asisten peserta kegiatan Kemah Kerja 2022 yang telah membantu memfasilitasi peralatan dan akuisisi data pada penelitian ini dan kepada DRPM ITS yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badan Informasi Geospasial. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Jakarta
- Eisenbeiß, H., Zurich, E. T. H., Eisenbeiß, H., & Zürich, E. T. H. (2009). UAV photogrammetry. Institute of Photogrammetry and Remote Sensing. <https://doi.org/doi:10.3929/ethz-a-005939264>.
- Gularso, H., Subiyanto, S., Sabri, L. M., (2013), Tinjauan Pemetretan Udara Format Kecil Menggunakan Pesawat Model Skywalker 1680 (Studi Kasus :Area Sekitar Kampus UNDIP), Jurnal Geodesi Undip, Volume 2, Nomor 2, Tahun 2013, (ISSN : 2337- 845X).
- Fryer, J. d. 1994. On the Accuracy of Heighting from Aerial Photographs and Maps: Implication to Processmodellers. Earth Surface Processes and Landforms. Vol.19, 577-583.
- Wolf P R, D. B. 2000. Elements of Photogrammetry with Application in GIS. New York AS: McGraw-Hill Book Company.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).