

## **Pembuatan Peta Foto Udara Desa Campurejo Skala 1:5000 Menggunakan Metode UAV Photogrammetry**

*The Creation of Aerial Photo Map of Campurejo Village in 1:5000 Scale Using UAV Photogrammetry Method*

**Husnul Hidayat\*, Udiana Wahyu Deviantari, Akbar Kurniawan, Filsa Bioresita, Nurwatik**

Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 60111, Indonesia

\*Korespondensi penulis: hidayat.h@its.ac.id

Diterima: 10 Juni 2024; Diperbaiki: 07 Maret 2025; Disetujui: 28 April 2025; Dipublikasi: 30 April 2025

**Abstrak:** Desa Campurejo adalah salah satu desa pesisir yang terletak di bagian utara Provinsi Jawa Timur. Secara sekilas, desa ini memiliki kawasan terbangun yang cukup luas meskipun kawasan tidak terbangun berupa lahan pertanian, lahan terbuka, dan vegetasi juga cukup dominan. Desa ini memiliki luas wilayah sekitar 370 hektar yang terpisah ke dalam dua wilayah. Dengan kondisi geografis dan batas administrasi yang tidak biasa tersebut keberadaan peta desa berskala besar menjadi penting bagi Desa Campurejo. Salah satu metode untuk membuat peta berskala besar dengan murah dan cepat adalah menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Penelitian ini memaparkan pembuatan peta Desa Campurejo menggunakan UAV. Proses akuisisi data dilakukan dengan wahana quadcopter dengan tinggi terbang 150 meter di atas permukaan tanah dengan pertampalan ke depan dan ke samping sebesar 80%. Untuk menjangkau seluruh area desa diperlukan 9 misi penerbangan yang menghasilkan 2163 foto. Proses pengolahan foto udara hingga menjadi citra ortofoto dilakukan dengan metode *Structure from Motion* (SfM). Dari hasil pengolahan tersebut diperoleh citra foto udara dengan *Ground Sample Distance* (GSD) sebesar 4,17 cm. Namun untuk efisiensi penyimpanan data, citra ortofoto yang digunakan memiliki resolusi spasial 10 cm. Secara geometrik citra ortofoto yang dihasilkan memiliki RMSE sekitar 5 cm, yang menurut kriteria CE90 memiliki akurasi horizontal sebesar 8 cm. Dengan akurasi tersebut citra yang dihasilkan dapat digunakan untuk membuat peta berskala 1:1000. Namun dengan pertimbangan luas, batas, dan kedudukan wilayah desa peta yang dihasilkan memiliki skala 1:5000 yang dapat memperlihatkan seluruh wilayah desa beserta eksklavennya dalam satu lembar peta. Peta tersebut juga dilengkapi dengan informasi sebaran fasilitas umum yang didapatkan dari hasil survey lapangan, dan informasi batas desa yang diperoleh dari INA Geoportals.

*Copyright © 2025 Geoid. All rights reserved.*

**Abstract:** Campurejo Village is one of coastal villages in the northern coast of East Java Province. Briefly, this village consist of broad area of built environment along with non-built areas such as agricultural land, vegetations, or empty land which are also dominant. This village has the total area of 370 hectares which split into two areas. Given the unique geography and unusual administrative boundary, the availability of large scale village map becomes significant for Campurejo Village. One of method to obtain large scale map quickly and cheaply is utilizing the UAV. This research explains the use of UAV to create Campurejo Village map. Image acquisition was performed using quadcopter with 150-meter flying height, and 80% overlap and 80% sidelap. To scan entire area with aerial photographs, 9 flights were conducted during acquisition and gave 2163 images. The images were procesed based on *Structure from Motion* (SfM) pipeline to obtain orthophoto image of the area. An orthophoto with 4.17 cm *Ground Sample Distance* (GSD) was obtained, but for efficient data storage the final orthopoto was rendered in 10-cm resolution. Geometrically the orthophoto has *Root Mean Square Error* about 5 cm, which corresponds to horizontal accuracy about 8 cm based on CE90 criterion. With given accuracy, the orthopohoto actually can be derived into 1:1000<sup>th</sup> scale map. However, by considering area, boundary, and position of the village the final map was drawn in 1:5000<sup>th</sup> scale. This scale enables audiences to view the entire village area with its exclave territory in a single map. This map also shows information about public facilities which were collected from field survey, and also village boundary information from INA Geoportals.

Kata kunci: UAV; fotogrametri; peta desa; Desa Campurejo

---

Cara untuk sitasi: Hidayat, H., Deviantari, U. W., Kurniawan, A., Bioresita, F., & Nurwatik. (2025). Pembuatan Peta Foto Udara Desa Campurejo Skala 1:5000 Menggunakan Metode UAV Photogrammetry. *Geoid*, 15(20), 105 - 118.

---

## Pendahuluan

Sebagai bagian dari struktur administrasi wilayah yang terdapat di Indonesia, desa merupakan satuan wilayah yang memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Undang-undang Nomor 6 tahun 2014 tentang Desa menyebutkan desa sebagai kesatuan masyarakat hukum yang memiliki batas wilayah dan berwenang untuk mengatur dan mengurus urusan pemerintahan dan kepentingan masyarakat setempat berdasarkan prakarsa masyarakat dan hak tradisional yang diakui dan dihormati dalam sistem pemerintahan negara Kesatuan Republik Indonesia (Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2014). Untuk mendukung hal tersebut hendaknya setiap desa di Indonesia memiliki informasi desa yang lengkap dan mutakhir, di mana dalam undang-undang tersebut dijelaskan pula bahwa persyaratan pembentukan desa adalah memiliki batas wilayah yang dinyatakan dalam bentuk peta desa. Hal ini menunjukkan pentingnya dokumen berupa peta desa, yang berguna untuk mengetahui posisi desa terhadap kawasan sekitarnya, melihat potensi desa, menyelesaikan sengketa batas wilayah, inventarisasi aset desa, membantu perencanaan pembangunan infrastruktur desa, dan mengintegrasikan informasi spasial untuk pembangunan wilayah (Handoko, Yuwono, Tucunan, 2021).

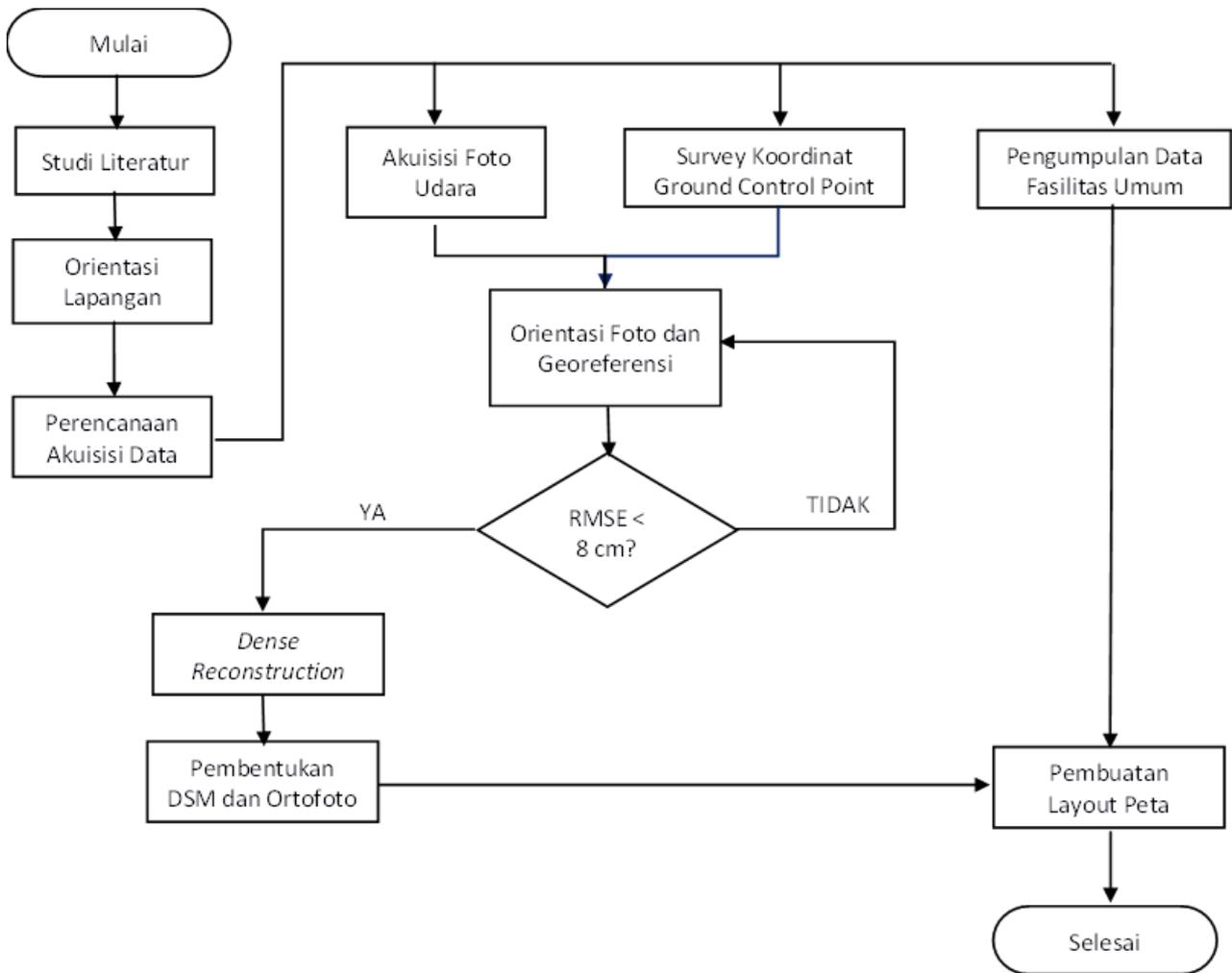
Desa Campurejo merupakan salah satu desa yang terletak di pesisir utara Provinsi Jawa Timur. Desa ini dilalui oleh Jalan Raya Daendels yang dibangun pada masa jabatan gubernur jenderal Hindia Belanda. Desa Campurejo memiliki wilayah pemukiman yang cukup padat namun masih memiliki beberapa lahan terbuka maupun vegetasi. Secara administratif desa ini berada di wilayah Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik. Namun demikian wilayah desa ini memiliki eksklave yang masih berada pada kecamatan yang sama, sekaligus juga berbatasan dengan eksklave kecamatan Paciran yang secara administratif di bawah kabupaten Kabupaten Lamongan. Dengan kondisi fisik desa serta situasi batas daerah yang cukup unik tersebut, keberadaan peta desa dipandang penting agar dapat secara terbuka memberikan informasi spasial mengenai potensi desa dan batas-batas wilayahnya kepada seluruh masyarakat terutama penduduk Desa Campurejo.

Pemerintah Indonesia melalui Badan Informasi Geospasial (BIG) telah mengupayakan berbagai metode untuk kegiatan pemetaan berskala besar. Peraturan Kepala BIG Nomor 3 Tahun 2016 tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa membuka peluang partisipasi masyarakat untuk membuat peta desa dengan ketentuan tertentu (Badan Informasi Geospasial, 2016). Salah satu alternatif penyajian peta desa adalah menggunakan peta citra yang dapat diperoleh metode UAV *Photogrammetry*. Wahana UAV dapat terbang pada ketinggian rendah sehingga menghasilkan citra resolusi tinggi dan bebas liputan awan. Selain itu UAV dapat menghasilkan beberapa jenis data yang berbeda seperti peta ortofoto tergeoreferensi, model elevasi, peta termal, dan peta 3D atau model 3D (Budiharto dkk, 2021). Namun demikian jenis wahana ini memiliki keterbatasan dalam hal daya jelajahnya sehingga efektif untuk area yang tidak terlalu luas.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa data UAV dapat digunakan untuk melakukan pemetaan desa dengan akurasi yang baik. Hidayat dan Sukojo (2017) menyatakan bahwa citra UAV dapat digunakan untuk pemetaan skala besar skala 1:1000 dengan ketelitian kelas 2 atau skala 1:2500 dengan ketelitian kelas 1. Hendriatiningsih dkk (2019) menyatakan bahwa akurasi horizontal citra UAV dapat menghasilkan peta foto berskala 1:1000 berdasarkan standar ASPRS. Hal ini menunjukkan bahwa UAV *Photogrammetry* dapat menjadi sebuah pilihan yang rasional untuk kegiatan pemetaan desa berskala besar. Dengan demikian berdasarkan latar belakang tersebut permasalahan utama yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara membuat peta Desa Campurejo menggunakan metode UAV *Photogrammetry* dan proses penyajiannya hingga menjadi peta foto udara berskala besar.

## Data dan Metode

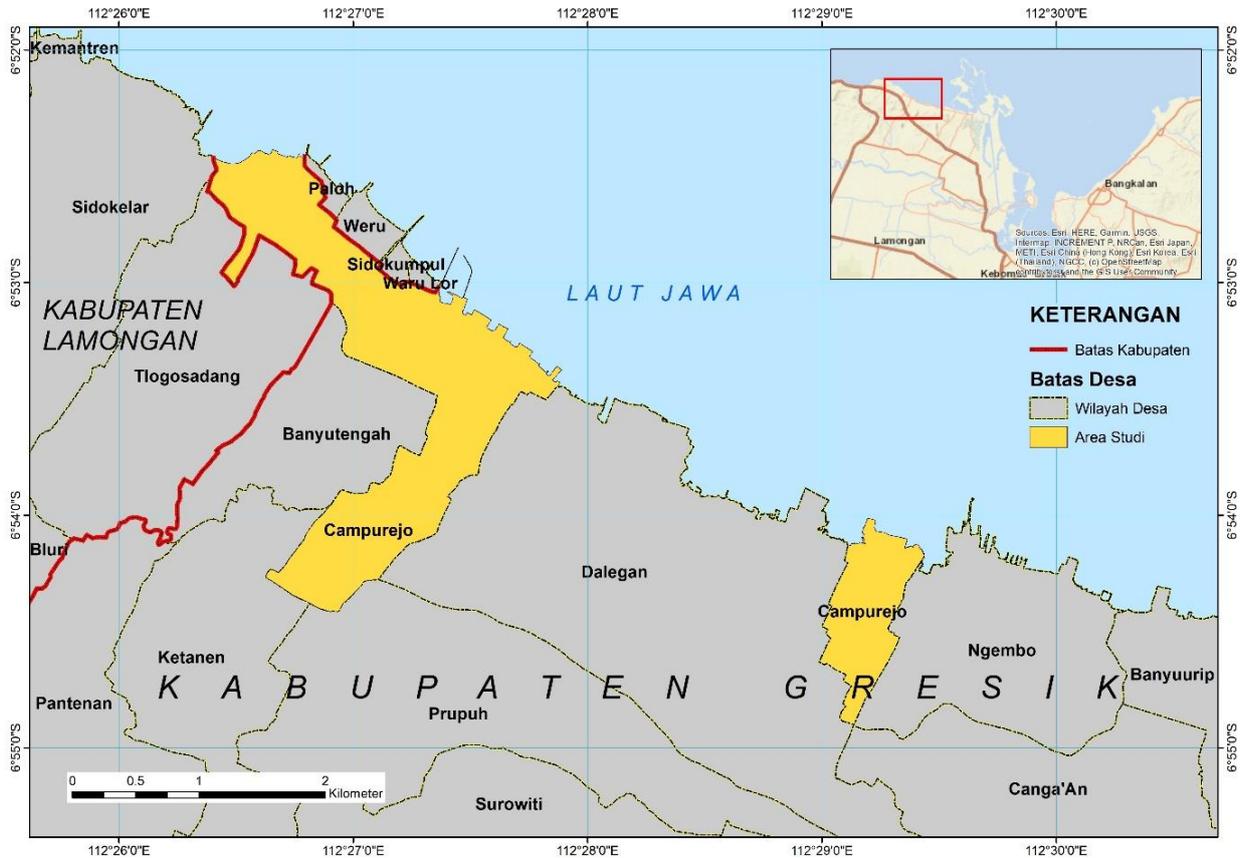
Secara umum, alur akuisisi dan pengolahan data dalam kegiatan ini dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 1. Adapun penjelasan lebih detail terkait diagram alir tersebut dapat dilihat pada subbab berikutnya.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik yang berjarak kurang lebih 65 km ke arah barat laut kota Surabaya. Desa ini memiliki luas kurang lebih 370 hektar dan terbagi ke dalam 2 wilayah. Wilayah utama Desa Campurejo berada di sebelah barat, sedangkan wilayah eksklave Desa Campurejo terletak di sebelah timur. Seluruh wilayah Desa Campurejo berada di dalam dan dikelilingi oleh Kecamatan Panceng. Akses utama ke Desa Campurejo dapat dicapai dari Jalan Raya Daendels di bagian selatan desa. Topografi desa berupa dataran rendah dengan beberapa perbukitan di sisi selatan, dengan elevasi yang semakin menurun hingga pesisir pantai di bagian utara. Pada bagian utara kondisi lahan didominasi oleh permukiman penduduk dan tambak. Sedangkan pada bagian selatan didominasi oleh vegetasi dan lahan pertanian.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

### Akuisisi Foto Udara

Proses akuisisi foto udara dilakukan menggunakan wahana *quadcopter* DJI Phantom 4 Pro. Wahana berjenis *quadcopter* ini dipilih mengingat kemudahannya dalam manuver dan pengoperasian yang tidak membutuhkan landasan pacu untuk proses lepas landas dan mendarat (Hassler & Gurel, 2019). Namun karena daya jelajah wahana yang terbatas, akuisisi foto udara harus dilakukan dalam beberapa penerbangan. Untuk setiap penerbangan memiliki ketinggian terbang 150 meter di atas permukaan tanah dengan pertampalan ke depan sebesar 80% dan pertampalan ke samping 60%. Dengan spesifikasi tersebut maka ukuran cakupan area dalam satu kali penerbangan adalah sekitar 600x400 meter. Dengan informasi batas Desa Campurejo termasuk dengan wilayah eksklavennya maka ditentukan bahwa terdapat 9 misi penerbangan untuk pada wilayah utama Desa Campurejo dan 1 penerbangan dilakukan di wilayah eksklave.



Gambar 3. Wahana DJI 4 Pro (DJI, 2024)

Tabel 1. Spesifikasi DJI Phantom 4 Pro (DJI, 2024)

Informasi	Deskripsi
Bobot	1375 gram
Kecepatan maksimum	S-mode: 45 mph (72 kph) A-mode: 36 mph (58 kph) P-mode: 31 mph (50 kph)
Durasi terbang	30 menit
Jarak tempuh	6 km
Ukuran sensor	CMOS 1 inci
Ukuran foto	3:2 Aspect Ratio: 5472×3648 4:3 Aspect Ratio: 4864×3648 16:9 Aspect Ratio: 5472×3078
Panjang fokus/Panjang fokus format 35 mm	8.8 mm/24 mm
Format file	JPEG, DNG (RAW), JPEG + DNG
Penyimpanan data	microSD Max Capacity: 128 GB

Proses penerbangan dilakukan secara otomatis sesuai dengan *flight plan* yang dibuat dengan program Pix4D Capture. Ketinggian jelajah ditetapkan pada ketinggian 150 meter dari permukaan tanah. Pertampalan ke depan dan ke samping adalah masing-masing sebanyak 80%. Pada penelitian ini jumlah total foto yang diakuisisi adalah 2163 foto.

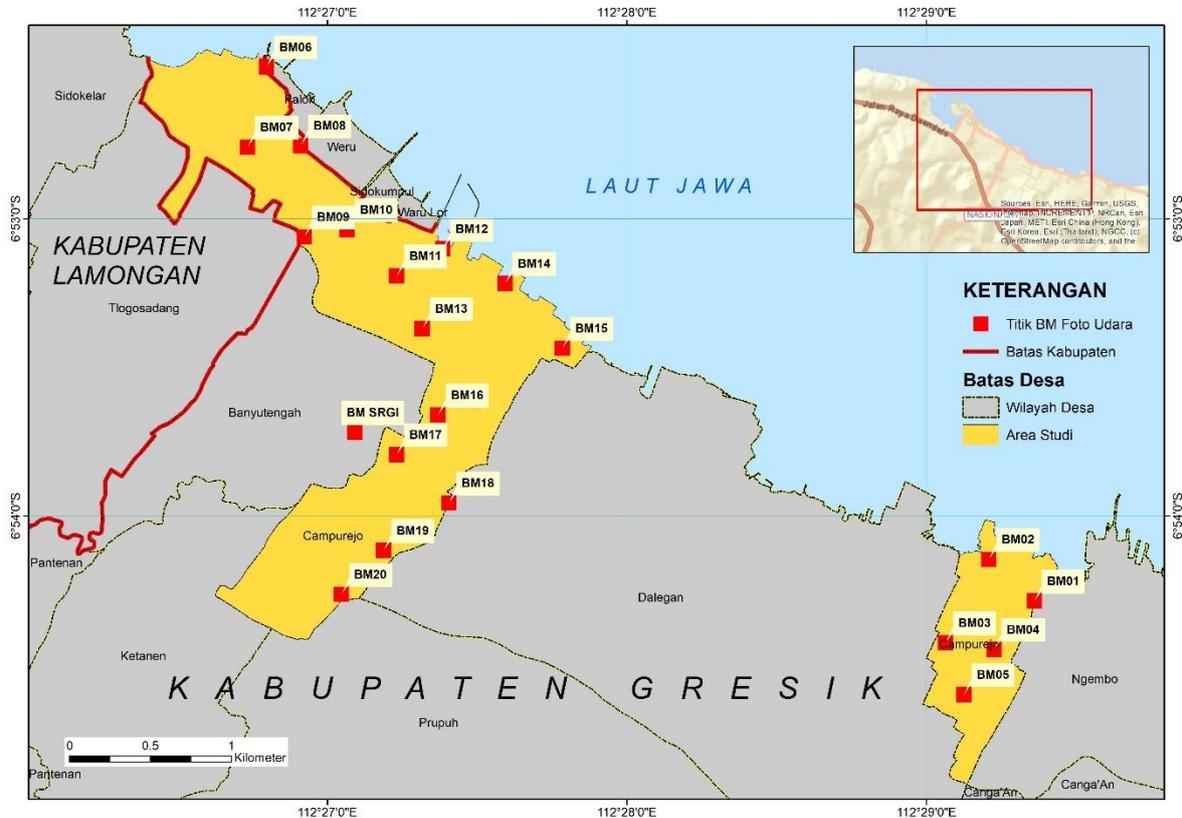


Gambar 4. Operator wahana UAV

### ***Pengukuran Titik Kontrol***

Wilayah Desa Campurejo terpisah ke dalam wilayah utama dan wilayah eksklave yang posisinya cukup berjauhan. Dengan ukuran dan lokasi wilayah tersebut, serta keterbatasan daya jelajah wahana dalam satu kali penerbangan memaksa proses akuisisi dan pengolahan data foto udara untuk kedua wilayah tersebut harus dilakukan secara terpisah. Untuk memastikan foto udara yang diolah tetap dapat menghasilkan koordinat yang benar serta terintegrasi dengan sistem koordinat global, maka diperlukan pengukuran koordinat titik kontrol tanah. Pengukuran koordinat titik kontrol ini diperlukan karena meskipun sudah terdapat informasi posisi

koordinat foto udara dari piranti GPS pada wahana, tingkat akurasi masih terbatas (Zhang, dkk, 2022). Untuk proses pengolahan fotogrametri membutuhkan minimal 4 titik kontrol pada setiap blok foto udara yang diolah. Pengukuran koordinat titik kontrol tanah ini dilakukan dengan peralatan GPS geodetik, di mana ada 20 titik kontrol tanah yang digunakan. Pada wilayah utama terdapat 15 titik kontrol tanah, dan pada wilayah eksklave terdapat 5 titik kontrol tanah. Semua koordinat titik kontrol tanah mengacu pada ellipsoid WGS 1984.



Gambar 5. Distribusi titik kontrol pemetaan di Desa Campurejo

Agar semua titik kontrol mudah dikenali pada proses pengolahan foto udara, semua titik kontrol ditandai dengan tanda *premark* 3 bilah, dengan setiap bilah berukuran panjang 1 meter. Warna *premark* ditentukan sedemikian rupa agar tampak kontras dengan warna latar belakang objek.

### ***Orientasi Foto dan Georeferensi***

Metode pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan pendekatan *Structure from Motion* (SfM). Metode ini telah banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan fotogrametri seperti pemetaan topografi dalam ilmu kebumih (Westoby dkk, 2012), pemantauan emisi gas rumah kaca dari hutan (Mlambo dkk, 2017), serta pemetaan topografi ekstrim (Aguera-Vega dkk, 2018). Metode ini diawali dengan deteksi titik pada foto udara secara otomatis, dan kemudian dilanjutkan dengan proses *image matching* dan orientasi relatif antara dua atau lebih foto udara yang saling bertampalan. Dari hasil orientasi relatif tersebut selanjutnya dilakukan proses restitusi fotogrametri untuk menentukan posisi titik-titik 3D dalam kerangka koordinat relatif. Proses orientasi relatif dan restitusi fotogrametri ini kemudian dilakukan secara rekursif pada semua kemungkinan pasangan foto udara yang saling bertampalan, sehingga pada akhirnya terbentuk kumpulan titik-titik koordinat 3D dalam bentuk *point cloud*. Namun karena proses ini pada dasarnya merupakan proses orientasi relatif, maka data *Exterior Orientation Parameter* (EOP) dan koordinat 3D *point cloud* yang dihasilkan belum berada dalam kerangka koordinat absolut.

Untuk membawa data hasil EOP kamera dan *point cloud* tersebut ke dalam kerangka koordinat absolut, perlu dilakukan proses penandaan titik-titik kontrol tanah pada foto udara. Koordinat titik kontrol tanah ini didapatkan dari hasil pengukuran GPS, dan kemudian dimasukkan ke dalam pengolahan data dan berperan

sebagai titik sekutu yang akan menentukan parameter transformasi 3D ke dalam sistem koordinat absolut, yang dalam penelitian ini menggunakan koordinat proyeksi UTM Zona 49 S berdasarkan datum WGS 1984. Proses ini disebut dengan orientasi absolut, di mana luarannya adalah semua data EOP dan *point cloud* sudah berada dalam kerangka koordinat absolut. Dengan demikian semua data turunan yang dihasilkan dalam proses lebih lanjut secara otomatis juga berada pada kerangka koordinat absolut.

### ***Pembentukan DSM dan Ortofoto***

Tahap selanjutnya dalam pemrosesan foto udara ini adalah pembentukan *dense point cloud*. Proses ini menghasilkan data *point cloud* dengan kerapatan yang lebih tinggi sehingga dapat memodelkan objek secara lebih detail dan akurat. Pada tahap ini bentuk objek sudah dapat terlihat dengan jelas. Namun demikian data *dense point cloud* pada dasarnya adalah representasi 3D objek secara diskrit.



Gambar 6. Dense point cloud

Untuk mengubah data diskrit tersebut menjadi data yang bersifat kontinu diperlukan suatu proses interpolasi untuk membentuk model permukaan objek 3D secara utuh. Proses ini dilakukan dengan pembentukan *surface mesh*. *Surface mesh* yang dibuat dalam penelitian ini yang bertipe height field dikarenakan produk akhir yang ingin dibuat hanyalah peta ortofoto dan *Digital Surface Model (DSM)* saja yang menunjukkan kenampakan objek secara 3D namun hanya dari atas.

Data model permukaan 3D yang utuh ini kemudian diubah menjadi data DSM dengan resolusi spasial tertentu. Data DSM ini juga menjadi dasar dalam proses pembuatan ortofoto. Karena setiap titik pada permukaan DSM telah memiliki koordinat 3D, titik koordinat ini diproyeksikan balik ke data foto udara sehingga untuk setiap koordinat 2D piksel pada ortofoto dapat ditentukan nilai *digital number*-nya. Dengan melakukan proses ini secara rekursif pada semua piksel ortofoto, maka tercipta produk akhir berupa ortofoto yang telah terbebas dari *relief displacement*. Ortofoto ini kemudian dapat digunakan secara langsung sebagai peta foto udara dikarenakan ketelitian geometriknya sudah setara dengan peta garis, namun untuk keperluan lebih lanjut ortofoto ini juga dapat diubah menjadi peta garis dengan mudah karena secara piktorial kualitas citra ortofoto ini membuatnya mudah untuk diinterpretasi.

### ***Pembuatan Layout Peta***

Mosaik citra ortofoto yang dihasilkan sudah dapat memberikan informasi mengenai objek-objek yang tampak pada wilayah Desa Campurejo. Namun demikian agar penyajiannya dapat memberikan informasi yang lebih lengkap, citra tersebut perlu disusun menjadi sebuah peta foto udara yang dilengkapi dengan beberapa informasi penting yang didapatkan dari sumber lain.

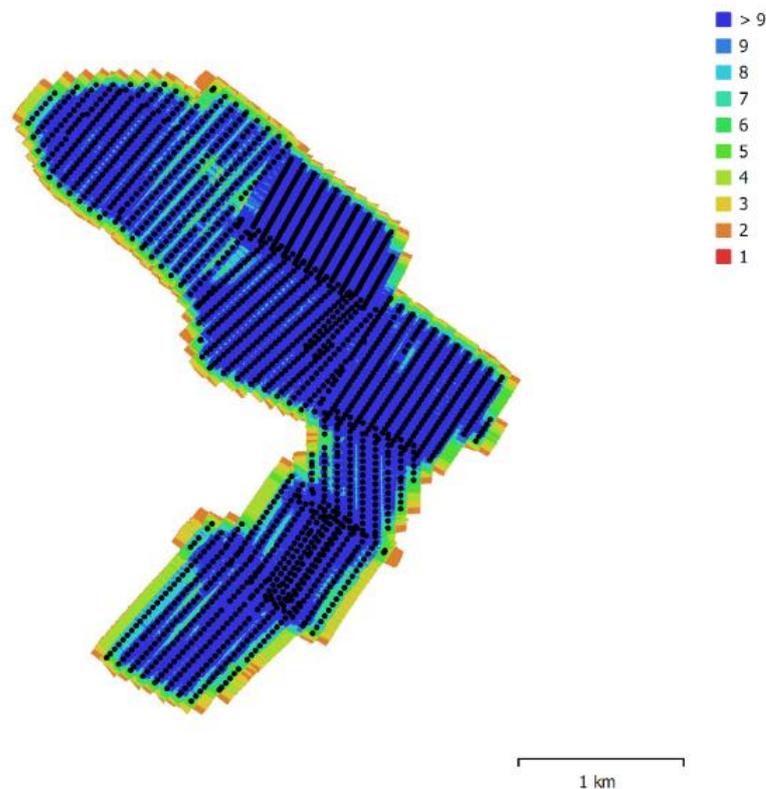
Pada kegiatan ini peta ortofoto disajikan dengan skala 1:5000 dengan ukuran kertas A0. Layout peta diatur sedemikian rupa sehingga dalam satu lembar peta dapat menampilkan wilayah utama maupun wilayah eksklave Desa Campurejo. Peta ini juga dilengkapi dengan informasi batas administratif yang bersumber dari Badan Informasi Geospasial, dan juga informasi beberapa fasilitas umum yang terdapat di Desa Campurejo yang diperoleh dari hasil survey lapangan.

## Hasil dan Pembahasan

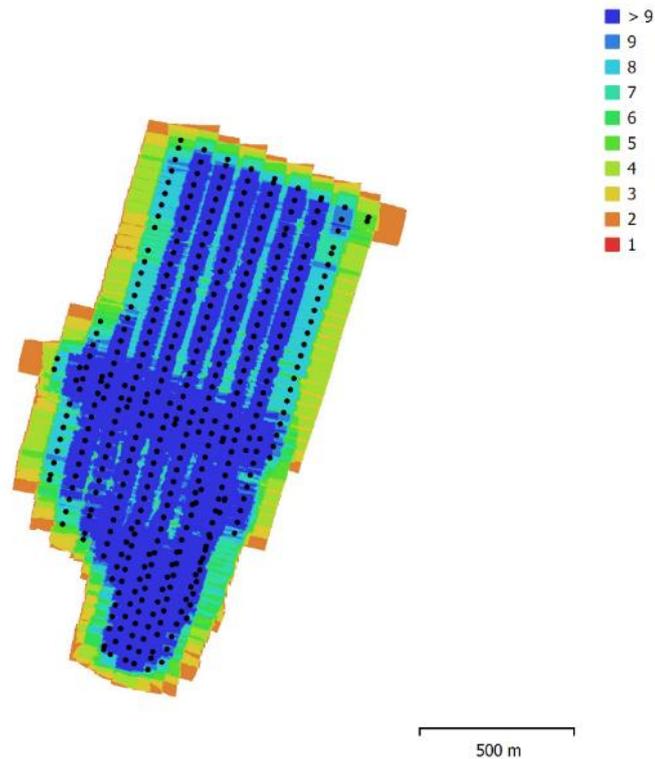
### *Jalur Terbang dan Foto Udara*

Akuisisi foto udara dilakukan selama dua hari pada pukul 08.00-16.00 WIB, dengan menghindari proses akuisisi pada pukul 11.00-13.00 WIB. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari sudut matahari yang terlalu rendah ketika matahari terbit atau terbenam. Sudut matahari yang terlalu rendah dapat menyebabkan bayangan objek yang panjang sehingga menyebabkan kecerahan objek yang tidak seragam. Kemudian karena terdapat banyak badan air di lokasi penelitian dan akuisisi foto udara dilakukan dengan foto nadir, akuisisi foto pada pukul 11.00-13.00 WIB dihentikan sementara. Kombinasi posisi matahari yang berada di zenith pada tengah hari, dan foto udara yang diambil secara vertikal dapat menyebabkan munculnya pantulan citra matahari pada permukaan air. Hal ini dapat mengakibatkan perbedaan kecerahan yang sangat ekstrim pada daerah badan air. Dengan menerapkan jadwal akuisisi foto udara pada waktu yang sudah direncanakan, kualitas piktorial foto udara yang diambil pada penelitian ini sudah baik di mana foto memiliki ketajaman yang bagus dan tidak terdapat perbedaan kecerahan yang ekstrim di seluruh area penelitian.

Dari hasil proses akuisisi foto udara, pada wilayah utama Desa Campurejo diperoleh foto udara sejumlah 1779 foto. Sedangkan pada wilayah eksklave diperoleh foto udara sebanyak 384 foto. Ukuran GSD yang dihasilkan untuk kedua wilayah tersebut adalah 4,17 cm dan 4,05 cm. Adapun distribusi foto udara yang berhasil diakuisisi dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8:



Gambar 7. Cakupan foto udara pada wilayah utama Desa Campurejo



Gambar 8. Cakupan foto udara pada wilayah eksklave Desa Campurejo

Pada peta sebaran cakupan foto udara tersebut, terlihat bahwa seluruh wilayah Desa Campurejo dapat terpotret setidaknya dari 6 foto. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh area memiliki kondisi pertampalan foto yang ideal, di mana algoritma SfM membutuhkan jumlah overlap foto yang banyak agar dapat bekerja dengan baik (Westoby dkk, 2012). Selain itu eksekusi perencanaan terbang secara otomatis dapat menghasilkan trajektori wahana dan blok foto udara yang rapi dan stabil. Hal ini membuat proses akuisisi foto udara menjadi sangat efisien dan mencegah terjadinya distribusi overlap yang tidak seragam.

### ***Mosaik Ortofoto***

Meskipun pemotretan udara ini dapat menghasilkan GSD sebesar 4.17 cm, mosaik ortofoto yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki resolusi 10 cm untuk efisiensi penyimpanan data. Namun demikian secara piktorial citra ortofoto yang dihasilkan dapat menggambarkan semua objek alami maupun buatan manusia di seluruh area pemetaan dengan sangat mendetail. Kemudian distorsi *relief displacement* yang umum terjadi pada foto udara vertikal telah dieliminasi dengan baik pada seluruh bagian ortofoto. Dengan demikian citra ortofoto ini dapat dikonversi menjadi peta garis apabila diperlukan. Berikut ini adalah contoh citra ortofoto yang dihasilkan pada penelitian ini:



Gambar 9. Cakupan foto udara pada wilayah utama Desa Campurejo

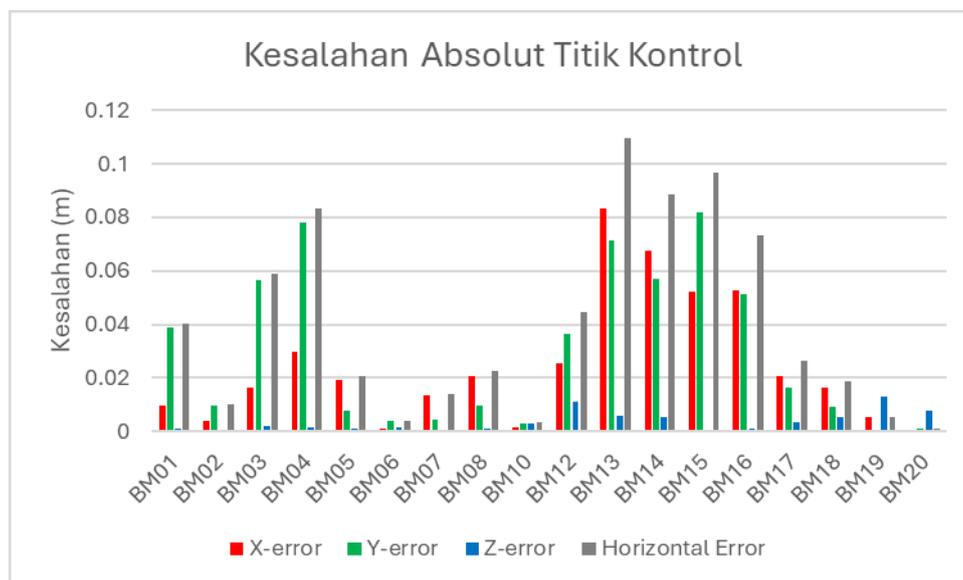


Gambar 10. Contoh detail mosaik ortofoto

Secara geometrik, dari hasil proses georeferensi dengan bantuan titik kontrol diketahui bahwa *Root Mean Square Error* (RMSE) ortofoto adalah  $dx=0,038$  m,  $dy=0,039$  m, dan  $dz=0,006$  m pada wilayah utama desa. Nilai ini berkorespondensi dengan nilai RMSE horizontal sebesar 0.054 m. Sedangkan pada wilayah eksklave diketahui bahwa *Root Mean Square Error* adalah  $dx=0,018$  m,  $dy=0,047$  m,  $dz=0,001$  m, yang memberikan nilai RMSE horizontal sebesar 0,050 m. Dengan demikian pada wilayah utama dan wilayah eksklave Desa Campurejo memiliki nilai RMSE horizontal yang tidak jauh berbeda dan sedikit lebih besar dari nilai GSD yang mampu dicapai. Apabila menggunakan kriteria *Circular Error 90%* (CE 90) sebagaimana yang terdapat dalam Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, maka akurasi horisontal suatu peta dasar dapat dihitung dengan formula berikut:

$$CE90 = 1.5175 \times RMSE \quad (\text{Badan Informasi Geospasial, 2014})$$

Berdasarkan formula tersebut dalam penelitian ini diperoleh nilai CE90 sebesar 0,082 m. Dengan demikian peta ortofoto yang dihasilkan memiliki ketelitian geometrik yang setara dengan peta berskala 1:1000.

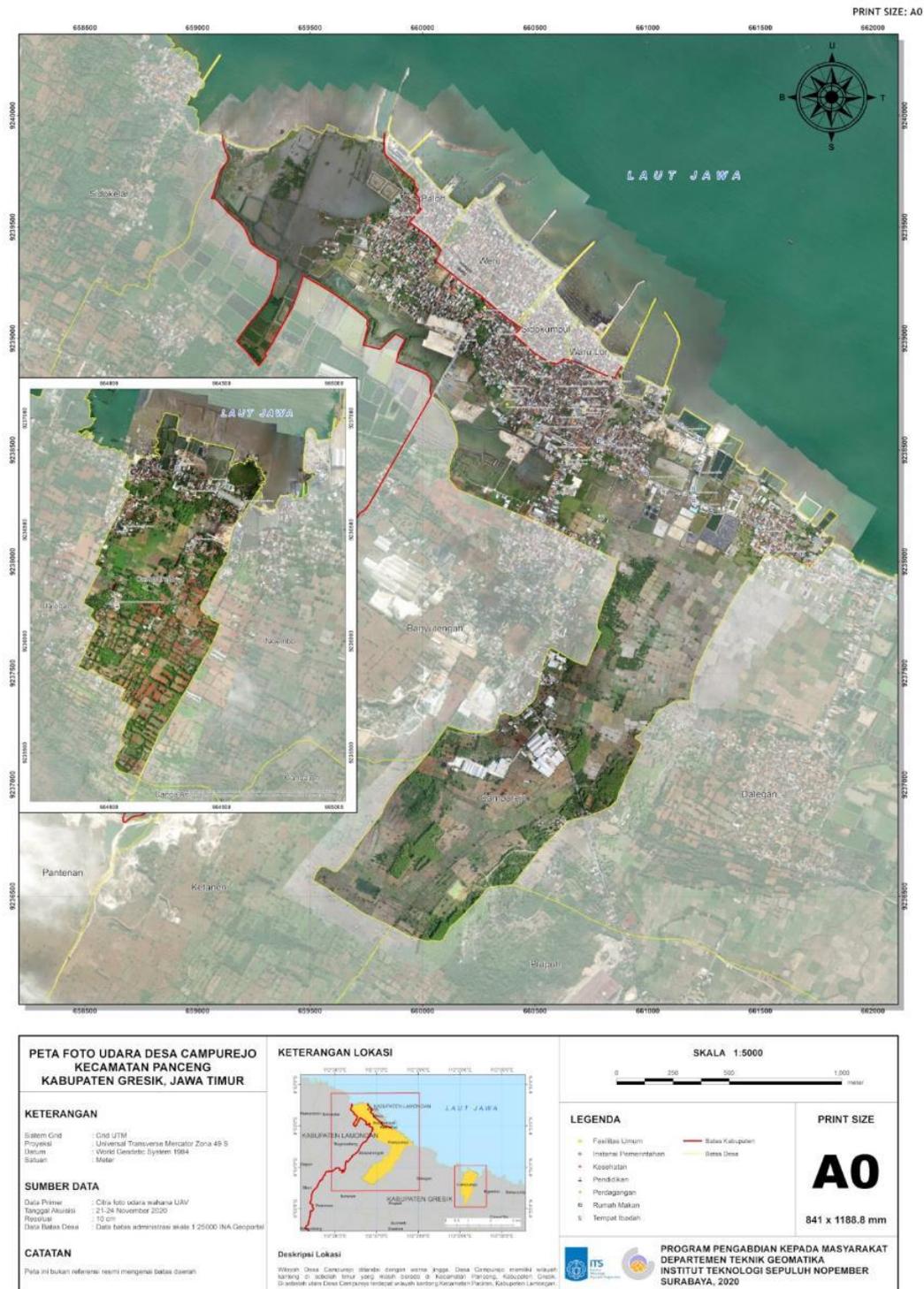


Gambar 11. Grafik kesalahan geometrik citra ortofoto

### Penyajian Peta

Berdasarkan analisis akurasi sebelumnya diketahui bahwa ortofoto yang dihasilkan mampu digunakan untuk membuat peta skala 1:1000. Namun dengan pertimbangan luas dan batas wilayah desa, serta ukuran cetak maka peta ortofoto yang dihasilkan menggunakan skala 1:5000 pada ukuran kertas A0. Pertimbangan lain dalam pemilihan skala tersebut adalah Desa Campurejo memiliki wilayah eksklave di sebelah timur, dan wilayah utama Desa Campurejo tidak sepenuhnya mendominasi halaman muka peta. Ruang kosong yang masih tersisa dapat dimanfaatkan untuk menempatkan muka peta kedua dengan tetap menggunakan skala peta yang sama.

Dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut, peta didesain agar hanya terdiri dari satu lembar namun dapat memperlihatkan kedua wilayah Desa Campurejo tersebut dalam tampilan muka peta yang berbeda. Untuk memperjelas konteks geografis diberikan pula inset peta yang menunjukkan posisi kedua wilayah desa tersebut. Dalam inset peta ditampilkan juga batas cakupan masing-masing muka peta sehingga pembaca peta dapat memahami secara utuh kedudukan wilayah Desa Campurejo tanpa harus mengecilkan skala peta.



PRINT SIZE: A0

Gambar 12. Peta ortofoto Desa Campurejo

Untuk memperkaya informasi pada peta diberikan pula informasi sebaran fasilitas umum yang ada di Desa Campurejo. Informasi sebaran fasilitas umum ini diperoleh dari survey lapangan yang dilakukan secara bersamaan dengan akuisisi foto udara. Informasi ini meliputi nama fasilitas umum dan jenis peruntukan fasilitas umum. Penyajian informasi unsur buatan ini dilakukan dengan simbol titik dikarenakan objek berukuran relatif besar yang umumnya disajikan dengan simbol garis dan area kenampakan fisiknya sudah dapat terlihat sangat jelas pada peta ortofoto. Namun untuk mempertegas label fasilitas tersebut maka perlu diberikan simbol beserta nama objeknya.



Gambar 13. Informasi fasilitas umum dan batas wilayah pada peta ortofoto

Informasi batas administrasi yang ditampilkan pada peta ini adalah batas desa dan batas kabupaten. Informasi batas administrasi ini diperoleh dari laman INA Geoportal dari data berskala 1:25000 (Badan Informasi Geospasial, 2017). Dari pertampalan antara data batas desa tersebut dengan citra foto udara dapat diketahui bahwa batas Desa Campurejo kebanyakan mengikuti batas-batas alam maupun objek buatan manusia, seperti tambak, jalan, sungai, dan garis pantai. Namun masih terdapat batas desa yang terlihat bergeser dari kenampakan objek pada citra ortofoto. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan skala antara sumber data batas desa dengan citra ortofoto, di mana peta berskala lebih kecil boleh jadi merupakan hasil generalisasi dari data berskala lebih besar dan terdapat beberapa detail yang berkurang. Dari data batas desa juga diketahui bahwa masih terdapat ketidaksepatan batas desa yang berada di area penelitian. Namun demikian permasalahan mengenai perundingan dan penegasan batas desa berada di luar ruang lingkup penelitian ini, walaupun peta ortofoto yang dihasilkan pada penelitian ini dapat menunjukkan dengan lebih jelas kedudukan batas desa saat ini dan kenampakan objek-objek di permukaan bumi sebagai referensi dalam penegasan batas desa di masa mendatang.

## Kesimpulan

Dari kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode UAV *Photogrammetry* dapat menghasilkan peta citra ortofoto Desa Campurejo dengan resolusi spasial 10 cm. Dengan resolusi spasial tersebut citra ortofoto sudah dapat menampilkan objek-objek alami maupun buatan manusia dengan lebih detail. Secara geometrik citra ortofoto tersebut memiliki akurasi geometrik 0.082 m dan dapat digunakan untuk membuat peta berskala hingga 1:1000. Namun dengan pertimbangan luas, batas, dan kedudukan wilayah desa peta yang dihasilkan memiliki skala 1:5000 yang terdiri dari satu lembar peta namun dapat menampilkan seluruh wilayah Desa Campurejo yang terpisah menjadi wilayah utama dan wilayah enklave. Peta tersebut juga dilengkapi dengan informasi sebaran fasilitas umum yang didapatkan dari hasil survey lapangan, dan informasi batas desa yang diperoleh dari INA Geoportal.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Geomatika yang telah memberikan bantuan peralatan dan pendanaan dalam pelaksanaan penelitian ini, beserta Pemerintah Desa Campurejo yang telah mendukung jalannya penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Agüera-Vega, F., Carvajal-Ramírez, F., Martínez-Carricondo, P., Sanchez-Hermosilla Lopez, J., Mesas-Carrascosa, F.J., García-Ferrer, A., Perez-Porras, F.J. (2018). Reconstruction of extreme topography from UAV structure from motion photogrammetry. *Measurement*, Vol. 121 (2018). Hal. 127-138.
- Badan Informasi Geospasial. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong, 29 September 2014.
- Badan Informasi Geospasial. (2016). Peraturan Badan Informasi Geospasial Tahun 2016 Tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa. Cibinong, 19 Februari 2016.
- Badan Informasi Geospasial. (2017). Indonesia Geospatial Portal. <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>.
- Budiharto, W., Irwansyah, E., Suroso, J. S., Chowanda, A., Ngarianto, H., Gunawan, A. A. S. (2021). Mapping and 3D modelling using quadrotor drone and GIS software. *Journal of Big Data*. Vol. 8:48 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00436-8>.
- DJI. (2024). Specs: Phantom 4 Pro V2.0. <https://www.dji.com/id/phantom-4-pro-v2/specs>.
- Handoko, E. Y., Yuwono, Tucunan, K.P. (2021). Pemetaan Desa Menggunakan Metode Partisipatif untuk Pembangunan Desa dan Kawasan (Desa Ngepung, Kecamatan Lengkong, Kabupaten Nganjuk, Propinsi Jawa Timur). *SEWAGATI, Jurnal Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat – DRPM ITS*. Vol. 5 No. 1 2021. e-ISSN 2613-9960.
- Hassler, S. C., dan Gurel, F. B. (2019). Unmanned Aircraft System (UAS) Technology and Applications in Agriculture. *Agronomy*, Vol. 9(10), 618; <https://doi.org/10.3390/agronomy9100618>.
- Hendriatiningsih, S., Saptari, A. Y., Soedomo, A., Widyastuti, R., Rahmadani, P., Harpiandi, A. (2019). Large Scale Mapping Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-Photogrammetry To Accelerate Complete Systematic Land Registration (PTSL) (Case Study: Ciwidey Village, Bandung Regency, Indonesia), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 313 (2019), 012042.
- Hidayat, H. and Sukojo, B.M. (2017). Analysis of Horizontal Accuracy for Large Scale Rural Mapping Using Rotary Wing UAV Image. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 98 (2017), 012052.
- Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia. (2014). Undang-undang Nomor 6 Tahun 2014 Tentang Desa. Jakarta, 15 Januari 2014.
- Mlambo, R., Woodhouse, I. H., Gerard, F., Anderson, K. (2017). Structure from Motion (SfM) Photogrammetry with Drone Data: A Low Cost Method for Monitoring Greenhouse Gas Emissions from Forests in Developing Countries. *Forests*, Vol. 8(3), 68; <https://doi.org/10.3390/f8030068>
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J., Reynolds, J. M. (2012). ‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, Vol. 179 (2012), 300-314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>.
- Zhang, K., Okazawa, H., Hayashi, K., Hayashi, T., Fiwa, L., Maskey, S. (2022). Optimization of Ground Control Point Distribution for Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry for Inaccessible Fields. *Sustainability 2022*, Vol. 14(15), 9505; <https://doi.org/10.3390/su14159505>.



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