

**PEMANFAATAN PESAWAT UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE)
UNTUK PEMBUATAN PETA CITRA DESA DENGAN METODE
FOTOGRAMETRI (STUDI KASUS : DESA KALIPECABEAN,
KECAMATAN CANDI, KABUPATEN SIDOARJO)**

Muhammad Izzul Haque*), Yunus Susilo, Melisa Amalia Mahardianti,
Septa Erik Prabawa, Fahrul Yahya

Teknik Geomatika-Fakultas Teknik Universitas DR. Soetomo
Jl. Semolowaru, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Indonesia-60118 Telp./Faks: (031)
5925970 Email : izzulhaque8@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan pesawat UAV untuk pembuatan peta citra desa dengan metode fotogrametri di Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. Tujuan penelitian adalah menganalisis hasil peta citra desa, mengkaji akurasi dan resolusi citra yang dihasilkan, serta memaparkan manfaatnya dalam pemetaan desa yang lebih efisien, akurat, dan relevan. Metode penelitian meliputi studi literatur, perencanaan, akuisisi data, dan pengolahan data GNSS. Hasil akurasi horizontal citra foto udara di Desa Kalipecabean adalah 0,2483 m dengan resolusi 2,81 cm/pix. Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan pesatnya perkembangan dan kebutuhan akan foto udara mulai tahun 2021 dengan citra foto udara sebagai percepatan pekerjaan dan pembuatan peta kerja instansi pemerintahan serta perusahaan swasta. Pengaturan terbang UAV menggunakan ketinggian terbang 120 meter di atas permukaan, dengan *Ground Sampling Distance* (GSD) untuk foto udara Desa Kalipecabean sebesar 2,81 cm/pix. Proses koreksi horizontal pada citra foto menghasilkan pergeseran horizontal dari posisi yang sebenarnya. Pengolahan foto udara meliputi georeferensi, interpretasi, pembuatan peta, validasi, dan verifikasi. Untuk akurasi horizontal(CE90) yang dihasilkan citra foto udara didapati 0,2483 m, dengan 14 titik uji yang tersebar pada area Desa Kalipecabean hal ini terpengaruh juga dengan persebaran titik GCP yang tersebar pada seluruh area sehingga berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan metode tabel uji akurasi didapatkan bahwa citra foto memiliki akurasi tinggi yaitu 0,2483m (CE90). Data ini cukup untuk melakukan pembuatan peta citra desa. Menurut (SNI 8202 Tahun 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar) Jika Akurasi Horizontal (CE90) didapati dengan skor 0,2483m maka Citra foto Kalipecabean dapat dikategorikan kedalam Kelas 1 dengan Skala Peta 1:1000 atau dapat dilayout dengan kertas A3 Skala Peta 1:10000.

Kata kunci: UAV, Foto Udara, Citra Foto Udara, Drone, Peta Desa, GCP, ICP, Fotogrametri.

ABSTRACT

Usage of UAVs for making village image maps using photogrammetry methods in Kalipecabean Village, Candi Prefecture, Sidoarjo District. The objective of the research is to analyze the results of village image maps, study the accuracy and resolution of the resulting images, and show the benefits of more efficient, accurate, and relevant village mapping. The research methods include the study of literature, planning, data acquisition, and processing of GNSS data. The horizontal accuracy of aerial photography in the village of Kalipecabean is 0.2483 m with a resolution of 2.81 cm/pix. The research was carried out taking into account the rapid development and the need for air photography starting in 2021 with aerial photo imaging as an acceleration of work and the creation of working maps of government agencies as well as private companies. The UAV flight setting uses a flight height of 120 meters above the surface, with the Ground Sampling Distance (GSD) for the Kalipecabean Village air photo at 2.81 cm/pix. The horizontal correction process on the photo image results in a horizontal shift from the actual position. Air photo processing includes georeference, interpretation, mapping, validation, and verification. For the horizontal accuracy (CE90) obtained the air photo image is 0.2483 m, with 14 test points spread over the village of Kalipecabean it is also affected by the spread of the GCP point spread across the area so that based on the calculations that have been done with the method of the accurate test table it is achieved that the photo image has a high accuracy is 0,2483m (CE90). This data is enough to make a map of the village. According to (SNI 8202 Year 2019 About Basic Map Density) If Horizontal Accuracy (CE90) is obtained with a score of 0.2483m then Kalipecabean Photo Images can be categorized into Class 1 with a 1:1000 Map Scale or can be layouted with A3 Paper Scale 1:10000.

Keywords: UAV, Air Photography, Air Photo Images, Drones, Village Maps, GCP, ICP, Photogrammetry.

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2013, peta dasar merupakan peta yang menyajikan unsur-unsur alam dan atau buatan manusia, yang berada di permukaan bumi, digambarkan pada suatu bidang datar dengan skala, penomoran, proyeksi, dan georeferensi tertentu. Peta dasar digunakan sebagai acuan dalam pembuatan peta tematik yang digunakan dalam penyusunan peta rencana tata ruang sebagai bahan pertimbangan pengumpulan data dan Informasi penyusunan RDTR (Rencana Detail Tata Ruang) suatu daerah yang sesuai dengan ketelitian dan spesifikasi teknis yang meliputi kerincian, kelengkapan data atau informasi georeferensi dan tematik, skala, akurasi, format penyimpanan digital termasuk kode unsur, penyajian kartografis mencakup simbol, warna, arsiran dan notasi serta kelengkapan muatan peta, agar kebijakan 1 peta dapat segera terwujud. Peta dasar disajikan dalam beberapa kategori skala yaitu skala besar, skala sedang, dan skala kecil. Semakin besar skala pada peta, semakin rinci juga data yang akan didapatkan (Peraturan Pemerintah Indonesia No. 8 Tahun 2013).

Peta dasar menyajikan informasi geospasial atau objek-objek di permukaan bumi yang dapat diidentifikasi langsung. Informasi yang tercakup di peta dasar meliputi garis pantai; unsur perairan seperti sungai, danau dan waduk; unsur hipsografi atau bentuk permukaan bumi seperti kontur dan titik ketinggian; batas wilayah yakni batas administrasi dan batas negara nama geografis (nama dari objek di permukaan bumi) seperti nama jalan, nama sungai dan nama gedung. Kemudian, unsur transportasi seperti jalan, jembatan, terminal dan bandara, dan utilitas seperti jaringan listrik, jaringan pipa minyak dan gas; unsur bangunan dan fasilitas umum seperti gedung, rumah, sekolah, rumah ibadah, rumah sakit, serta unsur penutup lahan seperti sawah, hutan, kebun dan pemukiman (Peraturan Kepala BIG No. 15 Tahun 2014 dan Perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018).

Dengan memperhatikan dan mengacu pada peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar dan perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018. Diharapkan penelitian ini dapat memenuhi syarat – syarat sebagai peta desa yang akan dilakukan di Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

Peta Kerja merupakan peta yang menggambarkan indikasi awal batas Desa yang sebelumnya telah disepakati pada berita acara pengumpulan dan penelitian dokumen batas Desa serta memuat peta dasar yang digunakan sesuai dengan ketentuan Permendagri Nomor 45 Tahun 2016 tentang Penetapan dan Penegasan Batas Desa. Peta kerja ini kemudian menjadi salah satu alat yang digunakan pada tahapan pelacakan batas Desa. Dengan memanfaatkan metode fotogrametri dengan wahana UAV Peta citra desa dapat dibuat dengan skala yang lebih besar, dalam

(Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 tahun 2014) untuk skala peta 1:10000 ketelitian geometri kelas 1 (CE90) adalah 2 meter, serta dalam (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 tahun 2016) Peta Desa atau Peta kerja dapat disajikan pada skala 1:2500, 1:5000, dan 1:10000 dengan memperhatikan (Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 45 Tahun 2016 tentang Pedoman Penetapan dan Penegasan Batas Desa..

Dengan memperhatikan peraturan yang berlaku seperti Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 tahun 2014 Tentang Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar dan perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018, peraturan ini menjadi pedoman pada skripsi ini tentang hal pelaksanaan teknis pengambilan data lapangan, sedangkan pada SNI 8202 tahun 2019 menjadi pedoman perihal ketelitian horizontal, jumlah titik uji pada suatu perencanaan luasan yang akan di foto, terdapat juga sebaran titik ideal yang dibagi menjadi kuadran dengan sebaran titik uji ketelitian geometri menggunakan aturan distribusi titik uji.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pemanfaatan pesawat UAV dalam pembuatan peta citra Desa dapat dilakukan dengan metode fotogrametri?
2. Bagaimana akurasi dan resolusi citra yang dihasilkan oleh metode fotogrametri menggunakan pesawat UAV dalam pembuatan peta citra Desa?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis kesesuaian peta citra Desa yang dibuat dengan pesawat UAV Skala 1:10000
2. Mengkaji akurasi dan resolusi citra yang dihasilkan menggunakan metode fotogrametri menggunakan pesawat UAV dalam pembuatan peta citra Desa.

I.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Pemetaan desa yang lebih efisien : dengan memanfaatkan metode fotogrametri menggunakan pesawat UAV, proses pemetaan desa dapat dilakukan dengan lebih efisien. Citra yang dihasilkan dapat mencakup luas area desa dengan skala yang lebih detail, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan dan pengembangan desa.
2. Akurasi dan resolusi yang tinggi : metode fotogrametri menggunakan pesawat UAV dapat menghasilkan citra dengan akurasi dan resolusi yang tinggi. Hal ini memungkinkan penggunaan citra tersebut dalam berbagai aplikasi seperti pemetaan infrastruktur, analisis potensi pertanian,

pemantauan perubahan lingkungan, dan lain sebagainya.

3. Peningkatan efektivitas pemetaan : dengan menggunakan metode fotogrametri menggunakan pesawat UAV, pemetaan desa dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Hal ini akan meningkatkan efektivitas dalam pengumpulan data dan analisis terkait pemetaan desa, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih baik dan tepat waktu.
4. Studi Kasus yang relevan : penelitian ini dilakukan dengan studi kasus di Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. Hasil penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi dan manfaat penggunaan metode fotogrametri menggunakan pesawat UAV dalam pemetaan desa di wilayah tersebut. Hal ini dapat menjadi acuan bagi pengembangan pemetaan desa di daerah lain dengan karakteristik yang serupa.

I.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah agar sesuai dengan topik yang akan dibahas pada penelitian, maka dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Metode yang digunakan adalah Fotogrametri.
2. Studi kasus di Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo.
3. Wahana yang digunakan adalah pesawat UAV tipe *Quadcopter*.
4. Uji akurasi yang dilakukan dalam Skripsi ini adalah uji horizontal (CE90).

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Fotogrametri

Menurut (Wolf, E. D. 2002) Fotogrametri adalah suatu seni, pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh informasi yang dapat dipercaya tentang suatu obyek fisik dan keadaan di sekitarnya melalui proses perekaman, pengamatan atau pengukuran dan interpretasi citra fotografis atau rekaman gambar gelombang elektromagnetik. Seiring berkembangnya ilmu dan teknologi, teknik fotogrametri terus berkembang. Dari pengertian tersebut, terdapat dua aspek penting, yakni ukuran objek (kuantitatif) dan jenis objek (kualitatif). Kedua aspek tersebut yang kemudian berkembang menjadi cabang fotogramteri, yakni fotogrametri metrik dan fotogrametri interpretatif. Mulai dari fotogrametri analog, fotogrametri analitik hingga fotogrametri dalam digital.

Jika didapatkan hasil yang sesuai dengan ketelitian geometri yang dikeluarkan Kepala Badan Informasi Geospasial No 15 Tahun 2014 dan perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018, klasifikasi foto udara dengan skala yang akan digunakan dan akan diketahui foto udara masuk dalam kategori kelas berapa dalam peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial. Semua tahap dalam pengolahan foto udara sudah di dapatkan hasil yang di inginkan maka selanjutnya adalah pembuatan peta dasar sesuai

dengan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

II.2 *Post-Mark* dan *Pre-Mark*

Sebagai tahap awal dalam melakukan kegiatan foto udara, diperlukan pembuatan *pre-mark* dan data koordinat titik *pre-mark* yang diukur menggunakan GNSS di area yang akan difoto. *Pre-mark* dibuat dengan bentuk tanda silang dengan titik *pre-mark* berada tepat pada potongan tanda tersebut. Warna *pre-mark* dipilih warna yang mencolok agar terlihat pada saat pengolahan foto.

Seperti pada *pre-mark*, kegunaan *post-mark*, utamanya adalah untuk melakukan georeferensi atau rektifikasi pada foto yang diukur setelah pekerjaan survei foto udara, dengan cara mengidentifikasi objek penampakan alam atau buatan yang terdapat pada citra foto, kemudian ditentukan koordinat foto. Data koordinat *post-mark* diambil setelah dilakukan akuisisi foto udara. *Post-mark* ditentukan dengan menggunakan obyek-obyek yang mudah diidentifikasi pada foto udara. Ada beberapa ketentuan dalam menentukan titik yang akan dijadikan *post-mark*, yaitu:

1. *Post-mark* ditentukan jika titik *pre-mark* hilang, rusak, kurang atau tidak ada.
2. Lokasi ideal untuk menentukan *post-mark* sama dengan *pre-mark*, yaitu dengan mengidentifikasi lokasi-lokasi atau obyek-obyek yang dapat dijadikan sebagai lokasi titik *post-mark*.
3. Karena *post-mark* adalah titik kontrol yang diukur setelah pekerjaan survei foto udara, maka perlu dilakukan identifikasi objek yang terdapat pada foto.

Terdapat nilai tambah dan kurang dalam penggunaan penanda lapangan *pre-mark* maupun *post-mark* namun penggunaan *pre-mark* dengan metode jaring dibuat dengan mempertimbangkan kekuatan bentuk jaringan tersebut (*strength of figure*). Standar kualitas penelitian mengacu pada SNI 19-6724 Tahun 2002 tentang Standar Nasional Indonesia Jaring Kontrol Horizontal Nasional. Contoh gambar dapat di tunjukan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 *Post-Mark*



Gambar 2 *Pre-Mark*

Gambar diatas adalah gambar *pre-mark* dan *post-mark* yang tampak pada saat dilapangan dengan perbedaan pengambilan data maupun metode penerapan dilapangan terdapat nilai tambah dan kurang pada masing-masing metode.

II.3 Orthofoto

Orthofoto dapat didefinisikan sebagai foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi orthografik yang benar. Orthofoto secara geometrik ekuivalen terhadap peta garis konvensional dan peta simbol planimetrik yang juga menyajikan posisi orthografik objek secara benar. Beda utama antara orthofoto dan peta adalah bahwa orthofoto terbentuk gambar kenampakan, sedangkan peta menggunakan garis dan simbol yang digambarkan sesuai dengan skala untuk mencerminkan kenampakan (Wolf, E. D., 2002). didalam proses peniadaan pergeseran letak oleh relief pada sembarang foto, variasi skala harus dihapus sehingga skala menjadi sama bagi seluruh foto (Wolf, E. D., 2002). Pada akhirnya tingkat kebenaran orthofoto adalah sama dengan peta *planimetric*.

Orthofoto juga memerlukan koreksi geometri yang dapat di sebut *Georeferencing* atau Rektifikasi adalah suatu proses melakukan transformasi data dari satu sistem *grid* atau piksel menggunakan suatu transformasi geometrik. Oleh karena posisi piksel pada citra output tidak sama dengan posisi piksel *input* (aslinya) maka piksel-piksel yang digunakan untuk mengisi citra yang baru harus *di-resampling* kembali.



Gambar 3 Contoh Orthofoto

II.4 Root Mean Square Error (RMSE) dan Circular Error (CE)

Tingkat ketelitian hasil rektifikasi diukur dengan besar kesalahan menengah rata-rata atau *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE adalah suatu nilai yang digunakan untuk menunjukkan ketelitian dengan melibatkan semua faktor kesalahan yang terjadi selama proses pengukuran atau produksi data. Semakin kecil nilai RMSE maka semakin teliti hasil orthorektifikasi. Persamaan (1) untuk menghitung nilai RMSE adalah sebagai berikut: (Syauqani, 2017)

Nilai RMSE digunakan sebagai indikator kontrol kualitas atau *quality control*. Dalam konteks ini, RMSE digunakan untuk membandingkan hasil pemrosesan foto udara dengan data referensi yang diketahui kebenarannya. Semakin kecil nilai RMSE, semakin tinggi akurasi posisi pada foto udara. Rumus RMSE pada foto udara juga dapat digunakan untuk mengukur ketelitian peta dasar, dalam analisis ketelitian

peta dasar, nilai RMSE dihitung untuk memperkirakan kesalahan posisi pada peta tersebut. Semakin kecil nilai RMSE, semakin tinggi ketelitian peta dasar tersebut (Prayogo dkk, 2020).

$$RMSE \text{ horizontal} = \sqrt{D^2 / n} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$D^2 = \sqrt{(RMSE_x^2 + RMSE_y^2)} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$D^2 = \sqrt{\sum \left(\frac{(XPETA - XGPS)^2 + (YPETA - YGPS)^2}{n} \right)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

(xpeta) = Koordinat titik kontrol x hasil koordinat pada peta citra.

(xgps) = Koordinat titik kontrol x hasil pengambilan data dilapangan.

(ypeta) = Koordinat titik kontrol y hasil koordinat pada peta citra.

(ygps) = Koordinat titik kontrol y hasil pengambilan data dilapangan.

n = Jumlah titik koreksi.

Toleransi ketelitian horizontal ini dibagi menjadi 3 (tiga) kelas. Kelas 1 toleransinya adalah 0,3 x bilangan skala, kelas 2 toleransinya adalah 0,6 x bilangan skala, dan kelas 3 toleransinya adalah 0,9 x bilangan skala (SNI 8202 Tahun 2019).

Nilai ketelitian horizontal menurut ketentuan BIG dapat dihitung dari nilai RMSE_{xy} dengan selang kepercayaan 90%. Jika kesalahan horizontal terdistribusi secara normal pada setiap komponen dan kesalahan x dan y untuk komponen x sama dengan independen dari kesalahan untuk komponen maka faktor pengali yang digunakan untuk menghitung ketelitian horizontal pada level kepercayaan 90% adalah 1,5175 (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15 Tahun 2014).

Ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE₉₀ (Circular Error.90%) dapat dihitung dengan persamaan (4).

$$CE_{90} = 1,5175 * RMSE_x$$

$$= 1,5175 * RMSE_y$$

$$= 1,5175 * RMSE_{xy} / 1,5175$$

$$CE_{90} = 1,5175 * RMSE_{xy} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana, CE₉₀ : Nilai ketelitian horisontal dengan tingkat kepercayaan 90%

II.5 Pesawat UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Pesawat tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri. Pesawat UAV di Indonesia sering juga disebut dengan drone, pesawat UAV dalam dunia militer sering digunakan sebagai pesawat pengintai bahkan digunakan untuk situasi *offensive* atau penyerangan. Perkembangan kontrol otomatis membuat pesawat sasaran tembak yang sederhana mampu berubah menjadi pesawat tanpa awak yang kompleks dan rumit. Kontrol pesawat tanpa awak ada dua variasi utama, variasi pertama yaitu kontrol melalui pengendalian jarak jauh dan variasi kedua adalah pesawat terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukkan kedalam pesawat sebelum terbang.

Pemetaan dengan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan suatu strategi atau cara untuk pemetaan dengan skala besar dengan waktu yang lebih cepat dan efisien dan tentunya dapat menghemat waktu dibandingkan dengan menggunakan metode survei konvensional. Teknik fotogrametri yang makin berkembang sekarang ini menjadikan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) sebagai salah satu platform yang semakin populer untuk pekerjaan pemetaan karena kelebihanannya dalam kemampuan akuisisi data yang terbilang efisien serta pengoperasian yang terbilang lebih ringkas (Prayogo dkk, 2020).



Gambar 4 UAV *copter*



Gambar 5 UAV *fixwing*

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 adalah contoh tipe UAV berdasarkan cara terbang, terdapat perbedaan dengan gaya terbang, pengambilan data, daya jelajah, ketinggian terbang dan cara pengoprasian dari masing-masing UAV sesuai dengan tipe, perbedaan yang paling umum adalah dibutuhkan landasan pacu untuk *take-off* dan *landing* UAV tipe *fixwing*, karena *fixwing* memanfaatkan daya angkat angin dan dorongan dari baling-baling untuk melaju, sedangkan UAV tipe *copter* terbang memanfaatkan daya angkat dari masing-masing balling-baling.

II.6 Batas Desa

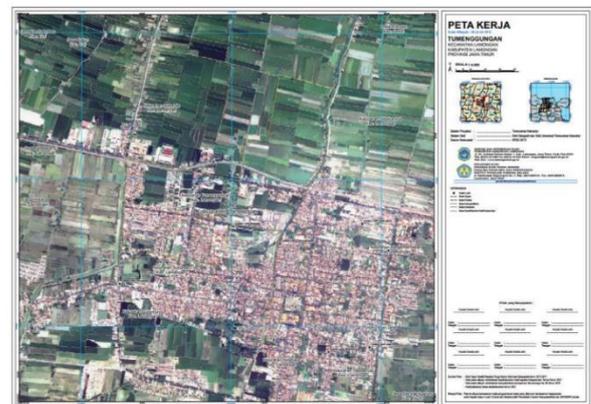
Peta Batas Desa adalah peta hasil proses penegasan batas desa. peta ini menggunakan ketentuan dan spesifikasi peta kerja, ditambah informasi daftar titik kartometrik dan informasi pilar batas yang sudah terpasang di lapangan. Selesai menentukan peta dasar mana yang akan dijadikan sebagai acuan, tahap selanjutnya ialah pembuatan peta batas desa secara kartometrik yakni dan menelusuri garis batas dengan menentukan posisi titik koordinat dan mengidentifikasi cakupan wilayah pada peta yang meliputi dua tahap yakni penelusuran garis batas diatas peta dan survei yang dilakukan di lapangan. Pelaksanaan ini harus disepakati oleh kedua belah pihak (desa yang bersangkutan) dan tim teknis, setelah menemukan titik kesepakatan lalu kemudian membuat berita acara (Permendagri No 45 Tahun 2016). Dalam (Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 45 Tahun 2016 Tentang Pedoman Penetapan dan Penegasan Batas Desa) dan (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2016 Tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa).

Pembatas wilayah administrasi pemerintahan antar desa yang merupakan rangkaian titik-titik koordinat yang berada pada permukaan bumi dapat berupa tanda-tanda alam seperti igir/punggung

gunung/pegunungan (*watershed*), median sungai dan/atau unsur buatan di lapangan yang dituangkan dalam bentuk peta. Penegasan Batas Desa adalah kegiatan penentuan titik-titik koordinat batas desa yang dapat dilakukan dengan metode kartometrik dan/atau survei di lapangan, yang dituangkan dalam bentuk peta batas dengan daftar titik-titik koordinat batas desa. Peta Penetapan batas Desa adalah peta yang menyajikan batas desa hasil penetapan berbasis peta dasar atau citra tegak resolusi tinggi. Adapun Objek yang dapat menjadi batas desa sebagai berikut :

1. Batas Alam adalah unsur-unsur alami seperti gunung, sungai pantai, danau dan sebagainya, yang dinyatakan atau ditetapkan sebagai pantai, danau dan sebagainya, yang dinyatakan atau ditetapkan sebagai batas Desa.
2. Batas Buatan adalah unsur-unsur buatan manusia seperti pilar batas, jalan, rel kereta api, saluran irigasi dan sebagainya yang dinyatakan atau ditetapkan sebagai batas Desa.

Pengukuran pilar batas desa dilakukan untuk memperoleh koordinat horizontal pilar batas desa. Koordinat pilar batas desa harus terintegrasi dengan Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013 (SRGI 2013). SRGI adalah suatu Sistem Referensi Geospasial yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global. Datum geodetik yang digunakan dalam SRGI 2013 adalah World Geodetic System 1984 (WGS 84).



Gambar 6 Contoh Peta Kerja

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Data Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Perangkat Keras
 - Laptop dengan Spesifikasi :
 - Sistem Operasi : Windows 10 64-bit
 - Processor : Intel® Core™ i7 CPU
 - Memory : 8192 MB
 - Smart Phone
 - UAV Tipe Quadcopter DJI Mavic 3 Enterprise
 - GNSS Stonex S800 1 Set
2. Perangkat Lunak
 - ArcMap 10.8

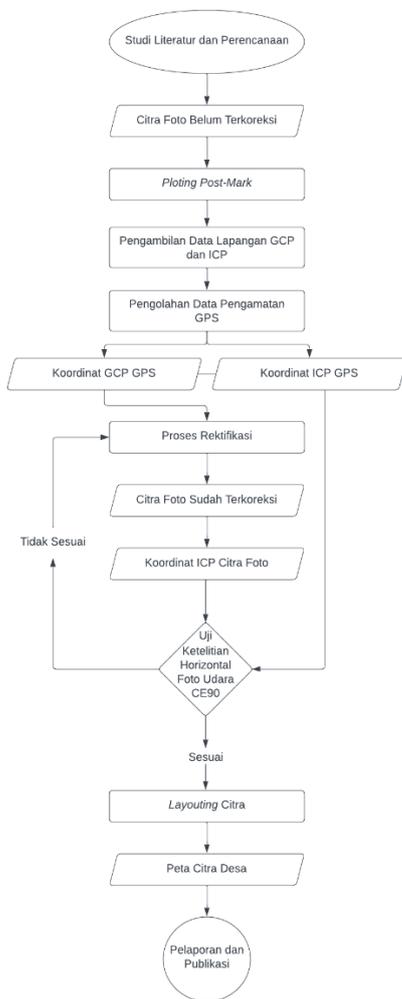
Agisoft Meta Shape
Global Mapper
Google Earth
Microsoft Exel dan Word

Data yang digunakan :

- a. Raw foto udara (2023)
- b. Batas Administrasi Provinsi Jawa Timur
- c. Batas Administrasi Kabupaten Sidoarjo
- d. Batas Administrasi Desa Seluruh Sidoarjo
- e. Data Pengukuran GCP dan ICP
- f. Data KML Google Earth sebagai Flight Plan dan Pembuatan Area Of Interest

III.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir penelitian :

1. Studi Literatur dan Perencanaan
Studi literatur dan perencanaan adalah tahap mencari referensi teori yang relevan dengan permasalahan yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel, peraturan terkait, E-Book dan laporan penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini. Tujuannya adalah untuk

memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian, sedangkan perencanaan adalah pembuatan rencana mulai dari perencanaan terbang (membuat misi terbang) yang disesuaikan dengan AOI yang akan dilakukan foto udara, persiapan sebelum terbang atau *preflight chek* untuk memastikan UAV siap digunakan dengan memperhatikan SOP penggunaan alat.

2. Citra Orthofoto belum terkoreksi
Orthofoto yang belum terkoreksi dalam foto udara adalah foto udara yang belum mengalami koreksi geometrik. Orthofoto atau orthoimage adalah foto udara yang telah terkoreksi geometrinya sehingga dapat digunakan untuk pengukuran dan analisis yang akurat.
3. *Plotting Post Mark*
Plotting post mark dalam foto udara adalah proses menentukan koordinat titik-titik tertentu pada foto udara setelah dilakukan akuisisi. Post mark ini ditentukan dengan menggunakan objek-objek yang mudah diidentifikasi pada foto udara. Tujuan dari *plotting post mark* adalah untuk memperoleh titik-titik kontrol yang akan digunakan dalam proses koreksi geometri.
4. Pengambilan Data Lapangan GCP dan ICP
Pengukuran data GCP dan ICP, titik – titik ini sudah ditentukan dalam perencanaan pengukuran serta sudah ter-plot dalam Peta *Area of Interest*, titik GCP ini digunakan sebagai acuan dalam pemetaan dan pengolahan data foto udara sedangkan ICP digunakan untuk menghubungkan data foto udara dengan sistem koordinat yang telah ditentukan. Pada proses pengolahan data foto udara, titik-titik ICP digunakan untuk melakukan orientasi dan penyesuaian posisi foto udara agar sesuai dengan titik kontrol lapangan (GCP).
5. Pengolahan Data Pengamatan GPS
Data GPS terdiri dari hasil pengukuran titik GCP dan ICP titik – titik ini akan diolah untuk mendapatkan tingkat akurasi yang sesuai.
6. Koordinat pengukuran GCP

Koordinat GCP (*Ground Control Points*) dalam foto udara digunakan sebagai titik kontrol atau acuan dalam proses pengolahan data foto udara. GCP merupakan titik-titik yang terdapat di lapangan dan dapat diidentifikasi pada foto udara, serta memiliki koordinat yang diketahui dalam sistem koordinat tertentu. GCP digunakan sebagai titik sekutu dalam transformasi koordinat untuk menghasilkan foto udara yang mempunyai koordinat *global*. Dengan menggunakan GCP, foto udara dapat dikoreksi secara geometrik sehingga distorsi dan

- perspektif yang tidak diinginkan dapat dihilangkan.
7. Koordinat pengukuran ICP
Koordinat ICP (*Independent Check Point*) dalam foto udara digunakan sebagai titik kontrol atau acuan dalam proses pengolahan data foto udara. ICP merupakan titik-titik yang terdapat pada foto udara dan memiliki koordinat yang diketahui dalam sistem koordinat tertentu. Koordinat ICP juga digunakan untuk memvalidasi dan memverifikasi hasil pemrosesan foto udara. Dengan membandingkan koordinat ICP yang diketahui dengan koordinat yang dihasilkan dari pemrosesan, dapat dievaluasi tingkat akurasi dan ketelitian hasil foto udara.
 8. Proses Rektifikasi
Rektifikasi merupakan suatu proses melakukan transformasi data dari satu sistem *grid* menggunakan suatu transformasi geometrik. rektifikasi perlu dilakukan dalam pengolahan foto udara karena posisi piksel pada citra yang dihasilkan tidak sama dengan posisi piksel aslinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses *resampling* pada citra. *Resampling* merupakan suatu proses melakukan ekstrapolasi nilai data untuk piksel-piksel pada sistem *grid* yang baru dari nilai piksel citra aslinya. Memasukan GCP atau *rectification image to map* merupakan cara untuk melakukan rektifikasi pada citra.
 9. Citra foto Sudah Terkoreksi
Orthofoto yang sudah terkoreksi adalah citra udara yang telah mengalami koreksi geometrik. Dalam proses ini, distorsi dan perspektif yang terdapat pada citra udara telah dihilangkan sehingga menghasilkan citra yang memiliki akurasi geometrik yang tinggi. Koreksi geometrik ini dilakukan dengan menggunakan titik kontrol lapangan atau *Ground Control Points* (GCP) yang diketahui koordinatnya.
 10. Koordinat ICP Orthofoto
Koordinat orthofoto diperoleh dari citra foto udara yang telah di rektifikasi dan selanjutnya akan digunakan sebagai uji ketelitian dengan koordinat ICP.
 11. Koordinat pengukuran ICP
Koordinat tersebut menjadi titik uji ketelitian atau uji akurasi yang akan dilakukan dengan koordinat dari orthofoto yang telah tersedia.
 12. Uji Ketelitian Foto Udara
Adalah proses pengujian pada foto udara dengan perhitungan dan rumus *Root Mean Error Horizontal* (*RMSE Horizontal*) yang selanjutnya Ketelitian peta orthofoto diuji dengan mengikuti ketelitian Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang dikeluarkan melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 dan Perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018. Dikatakan memenuhi syarat jika *Circular Error (CE90)* mendapatkan tingkat kepercayaan 90 % atau tidak lebih dari ketelitian yang sudah di tentukan sesuai skala foto yang dihasilkan. Jika sesuai dengan standar yang berlaku maka citra foto dapat digunakan untuk peta dasar foto udara, jika tidak sesuai maka harus melakukan *rectify* ulang dengan mengoptimalkan pemilihan target titik GCP yang kurang tepat dalam proses rektifikasi.
 13. Layouting Citra
Layouting dilakukan dengan memperhatikan peraturan yang berlaku dan sesuai dengan standar yang berlaku. Hasil citra foto udara yang sudah terkoreksi akan dirapikan sesuai batas desa Kalipecabean agar menghasilkan citra foto udara dengan penampakan yang berfokus pada Desa Kalipecabean.
 14. Peta Citra Desa
Pembuatan peta citra desa dilakukan dengan menggunakan citra foto udara yang telah terkoreksi dan memenuhi standar Badan Informasi Geospasial (BIG), dan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 45 Tahun 2016. Dengan memenuhi acuan standar yang berlaku peta citra desa ini dapat dipertanggung jawabkan dengan syarat tertentu.
 15. Pelaporan dan Publikasi
Pelaporan ini berupa laporan skripsi menurut Pedoman Skripsi Teknik Geomatika Universitas Dr. Soetomo 2024. Publikasi ini berupa jurnal yang dipublikasikan melalui *E-Journal* dan Poster.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Pedoman Peraturan Peta Citra Desa

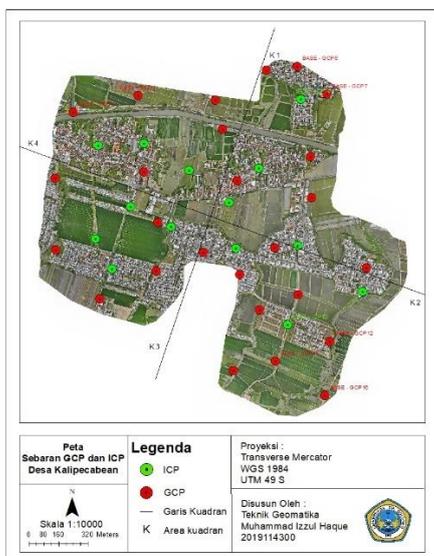
Dengan menjadikan peraturan – peraturan yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai pedoman pembuatan peta citra foto udara data yang dihasilkan dari akusisi data lapangan, pengolahan data sampai layouting citra foto udara dapat dilaksanakan dengan baik. Dengan adanya pedoman yang membahas pelaksanaan secara teknis maupun teoritis yang dapat diaplikasikan pada akusisi data lapangan, jika mengacu pada PerkaBIG No. 15 Tahun 2014 dan perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018 yang berfokus pada teknis ketelitian peta dasar didapati standar ketelitian minimum dan maksimum untuk pembuatan peta yang disesuaikan dengan skala peta agar masuk dalam kategori kelas dengan skala yang disesuaikan.

Pada Permendagri No. 45 Tahun 2016 dipaparkan juga teknis dalam penetapan dan penegasan batas desa mulai dari akusisi data lapangan, ketentuan pengamatan data lapangan, serta pemasangan patok batas desa yang nantinya data batas desa akan digunakan sebagai pembuatan Peta citra desa yang ketentuan dan standar pembuatan peta desa sudah tercantum lengkap dalam peraturan ini.

Dalam SNI 8202 Tahun 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar terdapat tentang ketentuan standar pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X,Y) antara titik uji pada peta dan lokasi yang dianggap benar dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan RMSE, CE 90. Pada pemetaan dua dimensi, yang perlu diuji hanyalah ketelitian geometrik horizontal. Objek yang digunakan sebagai titik uji harus dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan diuji. Selain itu, objek yang digunakan sebagai titik uji merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat. Terdapat juga ketentuan tentang sebaran titik uji yang dilakukan menggunakan metode kuadran, perebaran titik uji ketelitian geometri menggunakan aturan distribusi titik uji. Area yang akan diuji dibagi menjadi empat kuadran dengan distribusi ideal titik uji di setiap kuadran setidaknya sejumlah 20 % dari keseluruhan jumlah titik uji. Akuisisi data lapangan sampai pencetakan peta citra desa pada skripsi ini berpedoman para peraturan – peraturan tersebut dengan harapan produk akhir dari penelitian ini sesuai dan dapat dipertanggung jawabkan.

IV.2 Persebaran GCP dan ICP

Dalam SNI 8202 Tahun 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar terdapat pedoman tentang distribusi Sebaran titik uji ketelitian geometri menggunakan aturan distribusi titik uji. Area yang akan diuji dibagi menjadi empat kuadran dengan distribusi ideal titik uji di setiap kuadran setidaknya sejumlah 20 % dari keseluruhan jumlah titik uji. Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, yang setiap bagiannya dipisahkan oleh sumbu salib. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji merepresentasikan wilayah yang akan diuji.



Gambar 8 Peta Sebaran GCP dan ICP

Seluruh titik GCP dan ICP dilakukan pengukuran koordinat teliti dengan receiver GNSS (Global Navigation Satellite System) metode pengukuran static differential dan diikatkan ke titik JKHN. Lama pengukuran masing-masing titik GCP / ICP sesuai dengan panjang baseline antara titik JKHN dan masing-masing titik GCP/ICP Dalam studi kasus Desa Kalipecabean panjang baseline dari titik Jaring Kontrol Horizontal Nasional ke Desa Kalipecabean adalah ± 11,27 km sebagai mana ditampilkan dalam Gambar berikut.



Gambar 9 Panjang *Baseline* dari JKHN PUPR Gempol

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa panjang *baseline* dari titik JKHN yang terletak di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan ke lokasi pengukuran yang terletak di Desa Kalipecabean adalah 11.27 kilometer.

Untuk setiap pengamatan yang dilakukan menggunakan metode *static differential* dengan rata-rata panjang baseliine 11,5 km yang mana setiap titik menggunakan *base* di tugu atau patok JKHN, jadi *base* akan menyala setidaknya 8 jam dan mendapatkan 4 titik setiap GNSS dengan baterai terisi secara penuh, jadi setiap 2 jam *rover* akan berpindah untuk melakukan pengamatan selanjutnya. Menurut (Naryoko, 2019) Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengamatan atau pengambilan data diantaranya :

1. **Pengaruh Lokasi Titik terhadap Ketelitian Posisi**
 Dalam pemilihan lokasi titik, hal yang harus diperhatikan adalah ketinggian dari obyek-obyek yang berada disekitar pengamatan yang berpotensi dapat mengganggu penerimaan sinyal dari satelit ke *receiver*. Antara lain adalah efek *multipath*, upaya yang dapat dilakukan untuk memperkecil pengaruh efek *multipath* adalah dengan cara pengaturan *mask angle* yang relatif besar, namun cara ini beresiko tinggi, karena akan memperkecil jumlah satelit yang dapat diterima oleh *receiver*. Pengaturan *mask angle* perlu disesuaikan dengan

kondisi lingkungan disekitar pengamatan. Selain ketinggian dari obyek-obyek sekitar, pengaturan *mask angle* pun harus memperhatikan jumlah satelit yang dapat diterima serta nilai PdoP (*positional dilution of precision*) atau Ukuran kesalahan yang ber- hubungan dengan kedudukan geometri dan konstelasi satelit termasuk kedudukan horizontal dan vertikalnya yang didapat.

2. Pengaruh Penentuan Interval Waktu Perekaman Data Terhadap Ketelitian Posisi
Tingkat kesuksesan dalam pemilihan lama waktu pengamatan akan bergantung pula terhadap pemilihan interval waktu perekaman yang sesuai. Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat korelasi antara ketelitian posisi titik yang diperoleh terhadap pengaturan interval waktu perekaman data pada *receiver*.
3. Pengaruh Lama Waktu Pengamatan Terhadap Ketelitian Posisi
Secara teori semakin lama waktu pengamatan yang dilakukan pada survei GPS, maka semakin baik pula kualitas data yang akan didapatkan. Hal ini di sebabkan satelit akan meliputi perubahan geometri yang lebih besar serta perubahan kondisi atmosfer. Ini akan menyebabkan randomisasi yang lebih baik terhadap efek dari kesalahan orbit serta efek bias ionosfir dan troposfir pada data ukuran jarak. Namun disisi lain, penentuan lamanya waktu pengamatan juga harus mempertimbangkan panjang *baseline* yang akan diamati. Panjang *baseline* dengan kisaran 5-10 kilometer, lama pengamatan yang dianjurkan untuk pengamatan menggunakan metode *static differential* adalah 60 menit, untuk panjang *baseline* di atas 10 kilometer adalah 90-180 menit.
4. Pengaruh Konektivitas Jaring Terhadap Ketelitian Posisi
Tingkat koneksitas titik, jumlah *baseline* yang terikat ke suatu titik merupakan salah satu faktor yang menentukan nilai kekuatan jaring (*strenght of figure*). Secara teori, semakin tinggi koneksitas titik dalam suatu jaring, maka semakin banyak jumlah *baseline* yang terikat ke suatu titik. Dengan demikian nilai kekuatan jaring tersebut akan semakin baik.
5. Pengaruh Penggunaan Titik Ikat terhadap Ketelitian Posisi
Dalam survei GNSS, *baseline* yang akan diamati harus terikat terhadap titik-titik ikat kerangka berorde tinggi. Hal tersebut dimaksudkan untuk menjaga konsistensi titik kerangka yang bersangkutan terhadap titik-titik lainnya. Secara geometrik penambahan jumlah titik ikat yang berfungsi sebagai titik kontrol dalam pengukuran GPS akan meningkatkan nilai kekuatan jaring (*strenght of figure*) sehingga diharapkan dapat meningkatkan ketelitian posisi titik-titik jaring. Penambahan jumlah titik ikat ini sebaiknya disesuaikan dengan besar jaring GPS. Semakin

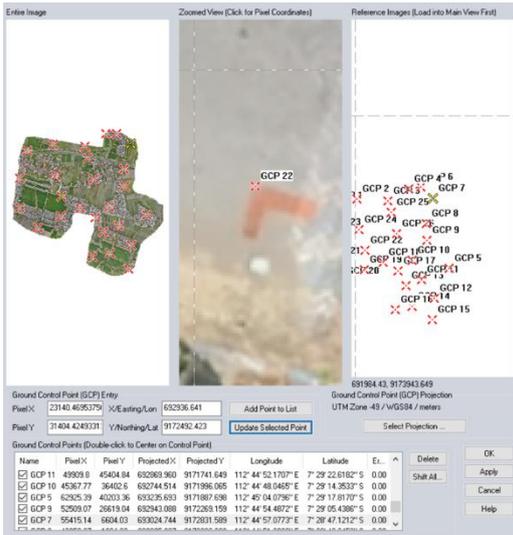
besar jaring GPS maka semakin banyak pula titik ikat yang harus digunakan. Maka dari itu beberapa faktor dapat memengaruhi hasil pengamatan, namun terdapat faktor yang tidak kalah penting untuk diperhatikan yaitu mematuhi Standar Prosedur Operasional, Mulai penggunaan alat, metode pengamatan, penyetingan alat, dan *human error*. Pada kegiatan survei tidak jarang data yang dihasilkan menjadi rancu karena kesalahan pengguna atau operator dari alat tersebut, hal tersebut dapat dihindari dengan memenuhi segala Standar Prosedur Operasional yang berlaku.

IV.3 Proses Rektifikasi Foto Udara

Rektifikasi dilakukan untuk mengkoreksi posisi citra foto udara pada titik yang sebenarnya dilapangan. dengan dilakukanya proses rektifikasi terhadap citra foto yang belum terkoreksi citra foto yang sebelumnya masih jauh dari posisi sebenarnya dilapangan menjadi sesuai terhadap posisi dilapangan, dengan mangacu peraturan yang berlaku tentang foto udara maupun citra foto udara. Proses rektifikasi dilakukan dengan titik koreksi sebanyak 26 titik yang tersebar dalam *Area Of Interest*.

Proses rektifikasi dilakukan dengan *software Global Mapper*. *Global Mapper* adalah salah satu aplikasi (*software*) pengolahan data GIS (*Geographics Information System*) yang berguna untuk mengolah data berbasis pemetaan seperti data vector, raster, data elevation, 3D View, *conversion*, dan beberapa *feature* GIS, seperti mengolah data citra satelit, menampilkan data 3D View atau bisa juga menganalisa data *topografi*. Dalam *software* ini terdapat banyak *converter* dari format data yang jarang ditemukan dalam *software* GIS lainnya, pada pengolahan foto udara perubahan format *file*, perubahan proyeksi, dan pengolahan foto *raw* adalah suatu kelebihan dari *software* tersebut.

Proses rektifikasi dilakukan dengan memasukkan koordinat (X,Y) GCP pengukuran yang disesuaikan dengan titik yang sudah ditentukan dilapangan lalu setiap titik GCP akan memasukkan koordinat (X,Y) dari setiap titik yang sudah di ukur sesuai dengan nama GCP tersebut, proses ini dilakukan sampai semua titik GCP *ter-input* dan tidak ada yang terlewatkan. Dari hasil rektifikasi citra foto yang sebelumnya belum terkoreksi telah menjadi citra foto terkoreksi dan dapat dilakukan uji akurasi horizontal. Ditunjukkan oleh Gambar 9.



Gambar 9 Proses Rektifikasi

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa proses rektifikasi menggunakan *software Global Mapper* dengan *tools Rectify* yang telah dimasukkan data pengukuran koordinat GCP dan ICP untuk dilakukan penyesuaian dari foto udara yang belum terkoreksi menjadi foto udara yang terkoreksi dari hasil koordinat pengukuran GCP dan ICP.

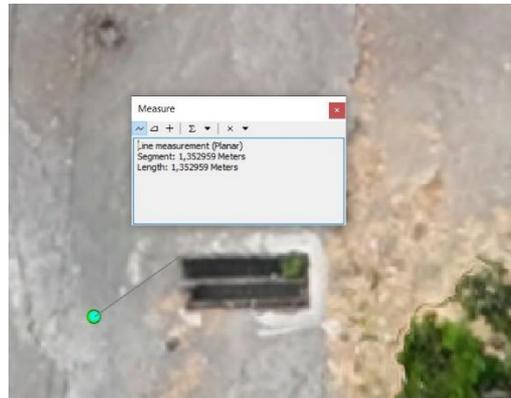
IV.4 Hasil Ketelitian Citra Foto Udara

Dalam tahap ini citra foto udara menghasilkan ketelitian citra foto yang disesuaikan dengan (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar dan perubahannya dalam PerkaBIG No. 6 Tahun 2018) serta (SNI 8202 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar). Dalam Peraturan yang menjadi pedoman penulisan dan pembuatan peta citra foto udara Desa Kalipecabean terdapat hal yang patut diperhatikan dalam hal ketelitian foto udara seperti :

1. Syarat Pengujian Peta
 Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X,Y) antara titik uji pada peta dan lokasi yang dianggap benar dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan RMSE dan CE 90. Pada pemetaan dua dimensi, yang perlu diuji hanyalah ketelitian geometrik horizontal. Objek yang digunakan sebagai titik uji harus dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan diuji. Selain itu, objek yang digunakan sebagai titik uji merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat. Titik uji memiliki nilai ketelitian tidak lebih besar dari 0,15 x ketelitian peta. (SNI 8202 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar).
2. Ketelitian Peta
 Nilai yang menggambarkan tingkat kesesuaian antara posisi dan atribut sebuah objek pada peta terhadap posisi dan atribut yang dianggap sebenarnya di lapangan. (SNI 8202 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar).

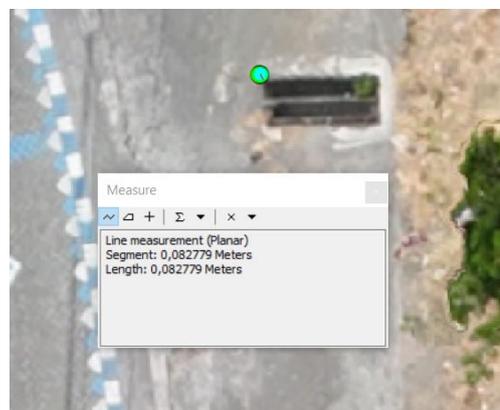
3. Ketelitian Geometri
 Nilai yang menggambarkan tingkat kedekatan koordinat (posisi) suatu objek pada peta dibandingkan dengan koordinat (posisi) objek yang dianggap posisi sebenarnya. (SNI 8202 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar).
4. RMSE (*Root Mean Square Error*)
 Akar kuadrat dari rata - rata kuadrat selisih antara nilai koordinat pada peta dan nilai koordinat dari sumber independen yang dianggap sebenarnya. (SNI 8202 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar).
5. CE 90% (*Circular Error*)
 Ketelitian geometrik horizontal berupa radius lingkaran yang menunjukkan bahwa 90 % kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek pada peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut. (SNI 8202 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar).

Contoh titik ICP sebelum dan sesudah citra foto terkoreksi.
 ICP 2



Gambar 10 ICP 2 Belum Terkoreksi

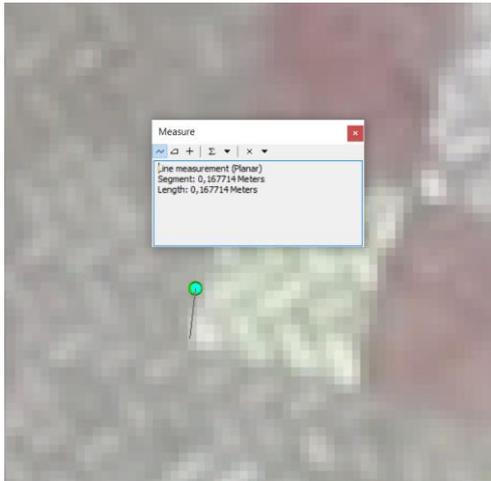
Pada Gambar 10 ICP 2 Citra Belum Terkoreksi didapati jarak horizontal titik ICP pengukuran ke posisi yang sebenarnya di lapangan adalah 1,352 meter, disebabkan oleh citra yang belum terkoreksi dan masih belum di *overlay* dengan titik kontrol hasil pengamatan lapangan (GCP).



Gambar 11 ICP 2 Terkoreksi

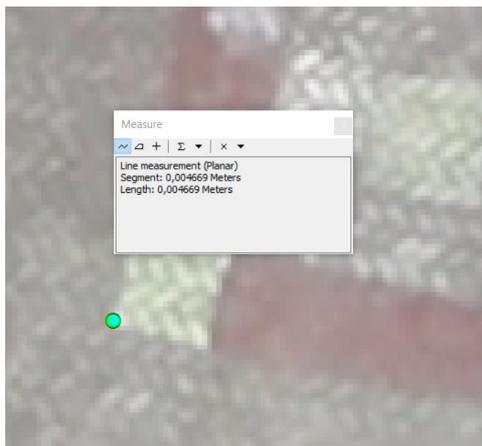
Pada Gambar 11 ICP 2 Citra Terkoreksi didapati jarak horizontal titik ICP pengukuran ke posisi yang sebenarnya dilapangan adalah 0,082 meter, dikarenakan citra yang sudah terkoreksi dan sudah di *overlay* dengan titik kontrol hasil pengamatan lapangan (GCP). Pada titik ICP 2 terdapat selisih jarak dari citra yang belum terkoreksi dan citra terkoreksi secara horizontal yaitu 1,270 meter.

ICP 14



Gambar 12 ICP 14 Belum Terkoreksi

Pada Gambar 12 ICP 14 Citra Belum Terkoreksi didapati jarak horizontal titik ICP pengukuran ke posisi yang sebenarnya dilapangan adalah 0,167 meter, disebabkan oleh citra yang belum terkoreksi dan masih belum di *overlay* dengan titik kontrol hasil pengamatan lapangan (GCP).



Gambar 13 ICP 14 Terkoreksi

Pada Gambar 13 ICP 14 Citra Terkoreksi didapati jarak horizontal titik ICP pengukuran ke posisi yang sebenarnya dilapangan adalah 0,004 meter, dikarenakan citra yang sudah terkoreksi dan sudah di *overlay* dengan titik kontrol hasil pengamatan lapangan (GCP). Pada titik ICP 2 terdapat selisih jarak dari citra yang belum terkoreksi dan citra terkoreksi secara horizontal yaitu 0,163 meter.

Tabel 1 Perbandingan Citra Belum Terkoreksi dan Terkoreksi

No	Nama Titik	Citra Belum Terkoreksi	Citra Terkoreksi
1.	ICP 2		
2.	ICP 14		

Pada Tabel 1 terdapat perbedaan titik ICP Pengukuran yang mengalami perbedaan letak pada citra yang sudah terkoreksi dan citra belum terkoreksi. Dengan adanya proses koreksi horizontal pada citra foto maka secara letak geografis citra yang sebelumnya belum terkoreksi akan mengalami pergeseran horizontal dari posisi yang sebenarnya, citra sudah dikoreksi oleh GCP Pengukuran dan menghasilkan nilai – nilai ketelitian yang terdapat pada tabel 4.4, dengan sebaran GCP sebanyak 26 titik dan 14 ICP dalam (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 tahun 2014) untuk skala peta 1:10000 ketelitian geometri kelas 1 (CE90) adalah 2 meter, serta dalam (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 tahun 2016) Peta Desa dapat disajikan pada skala 1:2500, 1:5000, dan 1:10000 dengan memperhatikan (Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 45 Tahun 2016 tentang Pedoman Penetapan dan Penegasan Batas Desa). Untuk proses pengerjaan citra foto udara Desa Kalipucabean pada penelitian ini memperhatikan dan menyesuaikan peraturan – peraturan yang berlaku untuk pembuatan peta citra foto.

Hasil pengujian ICP (*Independent Check Point*) dari pengamatan dengan metode *Static Differential* terhadap titik check point citra foto udara. Ada 14 titik uji yang digunakan sebagai pengujian akurasi citra foto udara. Berikut tabel uji akurasi horizontal yang sesuai dengan (SNI 8202 Tahun 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar).

Tabel 2 Uji Akurasi Horizontal

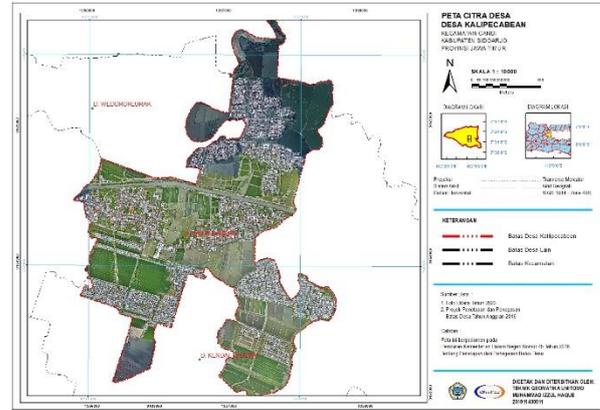
Nomor Titik	Nama Titik	X (Koordinat Peta Dasar)	X (Koordinat Data Cek)	(D X)	(D X) ²	Y (Koordinat Peta Dasar)	Y (Koordinat Data Cek)	(D Y)	(D Y) ²	(D X) ² + (D Y) ²
1	ICP1	691794,069	691794,022	0,0469	0,0022	9172552,51	9172552,24	0,2737	0,0749	0,0771
2	ICP2	692042,857	692042,589	0,2682	0,0719	9172562,53	9172562,54	-0,0145	0,0002	0,0722
3	ICP3	691969,883	691969,782	0,1007	0,0101	9172220,21	9172219,98	0,2292	0,0525	0,0627
4	ICP4	691782,416	691782,492	-0,0762	0,0058	9172045,4	9172045,29	0,1127	0,0127	0,0185
5	ICP5	692187,683	692187,543	0,1404	0,0197	9172110,43	9172110,39	0,042	0,0018	0,0215
6	ICP6	692535,472	692535,421	0,051	0,0026	9171994,76	9171994,74	0,0269	0,0007	0,0033
7	ICP7	692283,491	692283,511	-0,0203	0,0004	9172416,48	9172416,23	0,2488	0,0619	0,0623
8	ICP8	692499,874	692499,86	0,0136	0,0002	9172243,86	9172243,88	-0,0181	0,0003	0,0005
9	ICP9	692657,93	692657,978	-0,0476	0,0023	9172429,63	9172429,16	0,4773	0,2278	0,23
10	ICP10	692884,769	692884,752	0,0166	0,0003	9172804,39	9172804,47	-0,0819	0,0067	0,007
11	ICP11	692869,342	692869,397	-0,0554	0,0031	9172009,5	9172009,46	0,039	0,0015	0,0046
12	ICP12	692813,445	692813,539	-0,0944	0,0089	9171579,12	9171579,09	0,0231	0,0005	0,0095
13	ICP13	691868,85	691868,725	0,1247	0,0155	9171883,99	9171883,82	0,171	0,0292	0,0448
14	ICP14	693216,606	693216,533	0,073	0,0053	9171758,87	9171758,95	-0,0787	0,0062	0,0115
Jumlah										0,6254
Rata-Rata										0,0447
RMSE										0,2114
Akurasi Horizontal CE90										0,2483

Akurasi horizontal (CE90) yang dihasilkan citra foto udara didapati 0,2483 m, dengan 14 titik yang tersebar pada area Desa Kalipecabean hal ini terpengaruh juga dengan persebaran titik GCP yang tersebar pada seluruh area sehingga berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan tabel uji akurasi didapatkan bahwa citra foto memiliki akurasi tinggi yaitu 0,2483m (hasil CE90). Pemotretan pada kawasan pedesaan lebih cocok dengan menggunakan UAV tipe *quadcopter*. Hal ini disebabkan UAV dengan tipe *quadcopter* lebih stabil dalam menghadapi kondisi angin yang ekstrim serta tempat take off dan landing yang dapat disesuaikan dengan mudah. Hasil uji akuisisi menunjukkan bahwa pengambilan data UAV di Desa Kalipecabean menghasilkan data dengan resolusi 2,81cm/pix. Data ini cukup untuk melakukan pembuatan peta citra Desa. Menurut (SNI 8202 Tahun 2019 Tentang Ketelitian Peta Dasar) Jika Akurasi Horizontal (CE90) didapati dengan skor 0,2483m maka Citra foto Kalipecabean dapat dikategorikan kedalam Kelas 1 dengan Skala Peta 1:1000 atau dapat *layout* dengan kertas A3 Skala Peta 1:10000.

Peta Citra Desa merupakan peta yang menggambarkan indikasi awal batas Desa yang sebelumnya telah disepakati pada berita acara pengumpulan dan penelitian dokumen Batas Desa serta memuat peta dasar yang digunakan sesuai dengan ketentuan Permendagri Nomor 45 Tahun 2016 tentang Penetapan dan Penegasan Batas Desa. Peta kerja ini kemudian menjadi salah satu alat yang digunakan pada tahapan pelacakan batas Desa.

Pembuatan peta citra desa Kalipecabean ini telah mengacu pada peraturan peraturan yang berlaku mulai dari SNI 8202 Tahun 2019, PerKa BIG No. 15 tahun 2014 dan perubahannya dalam PerKaBIG No. 6 Tahun 2018, serta Permendagri 45 Tahun 2016. Dalam

pembuatan peta citra foto mengacu pada peraturan yang telah disebutkan, dengan hasil akurasi spasial citra yaitu 2,81cm/pix dan hasil uji akurasi Horizontal (CE90) adalah 0,2483 m maka citra foto ini mendapat kelas 1 pada skala peta 1:1000 menurut SNI 8202 tahun 2019 dan dapat dicetak pada media kertas A3 dengan skala 1:10000.



Gambar 14 Peta Citra Desa Kalipecabean dengan skala 1 : 10000

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil Ketelitian Citra foto udara adalah 2,81 cm/pix dan hasil Uji akurasi Horizontal (CE90) didapatkan dengan ketelitian 0,2483m masuk kategori kelas 1 pada skala 1 : 1000.
2. Data foto udara dapat dijadikan Peta Citra Desa dengan kelas 1 pada skala 1:10000.
3. Hasil Uji Akurasi Horizontal (CE 90) dan Peta Citra Desa telah memenuhi syarat pembuatan Peta Citra Desa dengan skala peta 1:10000.

V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Untuk memudahkan proses rektifikasi dapat mempertimbangkan penggunaan *Pre-Mark* sebagai tanda lapangan yang dapat ditempatkan dengan tutupan vegetasi yang jarang.
2. Pemilihan tempat dalam penentuan titik uji maupun titik kontrol yang dapat ditentukan dengan mempertimbangkan lokasi sekitar pemasangan titik, minimal 10 meter dari penghalang pandangan vertikal.
3. Dapat dilakukan uji akurasi vertikal untuk menambah analisa dan kelengkapan data untuk pembuatan peta citra.

DAFTAR PUSTAKA

Pustaka dari Peraturan dan Jurnal Penelitian:

- Achmad Thirmidzi, A. B. (2021). Analisis Peta Skala 1:1000 Hasil Pemotretan dengan Wahana DJI Phantom 4 Pro Untuk updating Master Plan ITS. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 10, 6.
- Agung Syetiawan, Y. S. (2023). Direct Georeference in Unmanned Aerial Vehicles Using the Quasi-Zenith Satellite System. *Geografia Technica*, 11.
- Ahmad Syauqani, S. S. (2017). Pengaruh Variasi Tinggi Terbang Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter DJI Phantom 3 Pro Pada Pembuatan Peta Orthofoto (Studi Kasus Kampus Universitas Diponegoro) . *Jurnal Geodesi Undip* , 9.
- Defry Mulia, H. H. (2014). Studi Fotogrametri Jarak Dekat dalam Permodelan 3D dan Analisis Volume Objek. *Studi Fotogrametri Jarak dekat Dalam Permodelan 3d dan Analisis Volume Objek*, 8.
- Dendi Haris Rachmanto, M. I. (2020). Pemanfaatan Metode Fotogrametri Untuk Pemetaan Skala 1:1000 (Studi Kasus : Universitas Pendidikan Indonesia). *ENMAP Vol 1* , 6.
- Geospasial, B. I. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial*, 20.
- Geospasial, B. I. (2016). Peraturan kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2016 Tentang Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa . *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial*, 207.
- Geospasial, B. I. (2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar . *Peraturan Badan Informasi Geospasial* , 3.
- Geospasial, B. I. (2020). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar. *Peraturan Badan Informasi Geospasial*, 46.
- Hadi, B. S. (2007). *Dasar-Dasar Fotogrametri*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi. 19
- Hikmawan(5), M. S. (2021). EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI PEMAKAIAN DRONE FIXED WING PADA . *Jurnal Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet*, 12.
- I Putu Harianja Prayogo, F. J. (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, 12.
- Indonesia, K. D. (2016). Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2016. Tentang Penetapan dan Penegasan Batas Desa , 78.
- Indonesia, P. P. (2013) . Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 8 Tahun 2013 Tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang . *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia* , 128.
- Indonesia, P. R. (2013). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2013 . Tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang , 128.
- Indonesia, S. N. (2002). *Jaring Kontrol Horizontal Nasional*. SNI 19-6724, 94.
- Indonesia, S. N. (2019). SNI 8202 tahun 2019. Tentang Ketelitian Peta Dasar, 29.
- Kalsum, S. U. (2004). *Transformasi Koordinat Unwim. Transformasi Koordinat* , 16.
- Mada, D. T. (2016). *Spirit Kebijakan Satu Peta Dalam Rangka Mendorong Percepatan Pembuatan Peta Desa, Peta Rencana Detil Tata Ruang dan Pembagunan Infrastruktur . Prosiding Seminar Nasional 3rd CGISE dan FIT ISI 2016*, 822.
- Naryoko, y. P. (2019). *Kajian Terapan Teknologi UAV dan SIG Dalam Pembuatan Peta Desa Skala 1:1000 Untuk Wilayah Rw-04 Kelurahan Tembalang Tahun 2017*. *Jurnal Geodesi Undip*, 9.
- Pangeran S.Panjaitan, J. M. (2021). *Kajian Tingkat Akurasi Dan Ketelitian Geometri Peta Dasar Dari Hasil Pengolahan Data Foto Udara Untuk Pemanfaatannya Di Sektor Pertambangan*. *Jurnal Penelitian Tambang*, 5.
- Sidoarjo, B. K. (2021). *Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka . Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka* , 391.
- Wolf, E. D. (2002). *Textural and Contextual Land-Cover Classification Using Single and Multiple Classifier Systems*. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 597.